

Nota 1622

juni 1985

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING
WAGENINGEN

BIBLIOTHEEK DE HAAFF

Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

EEN BEREKENING VAN DE MOGELIJKE SCHADE VOOR DE LANDBOUW ALS GEVOLG
VAN EEN TOEKOMSTIG VAST PEIL OP HET ZOOMMEER C.A.

ing. J.A.J. de Graaff
ing. A.H.F. Kramer

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0941 2723

1790383

INHOUDSOPGAVE

	pag.
1. INLEIDING	1
2. BEREKENING VAN DE GRONDWATERSTANDEN IN DE UITGANGSSITUATIE	3
2.1. De beschikbare meetgegevens	3
2.2. Bepaling van de GHG en GLG	3
3. BEPALING VAN DE BODEMKONSTANTEN	6
4. DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN	8
4.1. De verlagingen rond het Zoommeer	8
4.2. De verlagingen rond het Markiezaatsmeer	9
4.3. De veranderingen langs het Bathse Spuikanaal	10
4.4. De verhogingen langs de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet	11
5. HET REKENPROGRAMMA LAMOS	15
5.1. Algemeen	15
5.2. De gewasgegevens	16
5.3. De meteorologische gegevens	16
5.4. De grondwaterstanden	16
5.5. De bodemkundige gegevens	17
6. HET OPBRENGSTNIVEAU IN DE UITGANGSSITUATIE	19
7. OPBRENGSTVERANDERINGEN TEN GEVOLGE VAN DE BEREKENDE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN	21
8. DE FINANCIËLE SCHADE	23
9. EVENTUELE COMPENSERENDE MAATREGELEN VOOR DE TE VERWACHTEN SCHADE	25
9.1. Langs het Zoommeer en Markiezaatsmeer	25
9.2. Langs de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet	26
10. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	27
GERAADPLEEGDE LITERATUUR	32
GEBRUIKTE SYMBOLEN	34
FIGUREN EN TABELLEN	
BIJLAGEN:	
Overzichtskaart (1 : 25.000) met verlaging- en verhogingslijnen	
noorderlijk deel	1a
zuidelijk deel	1b
Overzichtskaart (1 : 25.000) met genummerde deelgebieden	
noorderlijk deel	2a
zuidelijk deel	2b

1. INLEIDING

In januari 1980 werd door het I.C.W. een berekening gemaakt van mogelijke landbouwschade in het gebied rond het toekomstige Zoommeer en het benedenpand van de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet (I.C.W.-nota 1269).

De opdracht hiertoe was verstrekt door de Deltadienst van de Rijkswaterstaat. Er werd gevraagd een prognose te maken van de totale te verwachten schade.

Door het nog grotendeels ontbreken van benodigde gegevens zoals grondwaterstanden en bodemkonstanten, moest voor de te maken schadeberekeningen een aantal aannamen worden gedaan. Eén hiervan was, dat de uitgangssituatie met betrekking tot de heersende grondwaterstanden als ideaal voor een optimale gewasproductie werd verondersteld. Een verlaging of verhoging van de grondwaterstanden kon in dit geval alleen resulteren in een opbrengstdepressie op de daarvoor gevoelige percelen. De veranderingen van de grondwaterstanden werden berekend op basis van een aanname van de hoogte van de schorwaterstanden en met de hoogste en laagste geschatte waarden van een hydrologische parameter (λ). Voor zes varianten, gebaseerd op drie Zoommeerpeilen (NAP - 0.25 m, NAP en NAP + 0.25 m) en twee uiterste waarden voor λ werden de jaarlijkse schadebedragen gekapitaliseerd. De vermogens- en inkomensschade werden tesamen berekend op een bedrag tussen de 11 miljoen en 32 miljoen gulden, afhankelijk van de gekozen variant.

Nu, in 1985, heeft men de beschikking over een verzameling gegevens van grondwaterstanden en slootpeilen, gemeten op de plaatsen waar volgens het vooronderzoek mogelijk schade zou kunnen optreden. Het meetnet, nodig voor het verzamelen van deze gegevens werd ingericht in de periode september 1980 tot en met september 1981. Sindsdien zijn 2x per maand alle meetpunten opgenomen. Bij de inrichting van de diepe peilputten werden boorbeschrijvingen gemaakt en zandmonsters verzameld voor de bepaling van doorlaatfactoren. Het meetnet staat o.a. beschreven in I.C.W.-nota 1305. Met bovengenoemde gegevens aangevuld met die van derden is de schadeberekening opnieuw uitgevoerd. De opdracht hiertoe kwam wederom van de Deltadienst, Hoofddeling Milieu en Inrichting van de Rijkswaterstaat. De directie werd gevoerd door Distrikt Zuid-West van de Direktie Waterhuishouding en Waterbeweging.

Tot de omgeving van wat verder in deze nota het Zoommeer wordt genoemd, behoren al die gebieden, die grenzen aan het gehele toekomstige randmeer langs de westkust van Noord-Brabant. Dit randmeer wordt verder omsloten door het Hellegatsplein, De Grevelingendam, de in aanleg zijnde Philips- en Oesterdam en de westelijke en noordelijke Markiezaatskade. Daarnaast wordt in deze nota, meestal afzonderlijk, aandacht besteed aan de gebieden rond het Markiezaatsmeer, langs het Bathse Spuikanaal en langs het benedenpand van de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet. In deze gebieden zullen mogelijk grondwaterstandsveranderingen gaan optreden of zijn al opgetreden, die direkt of indirekt een gevolg zijn van de aanleg van het Zoommeer. De berekening van de grondwaterstandsverlagingen langs het Zoommeer en het Markiezaat en de verhogingen langs de Vliet werden op ongeveer dezelfde wijze uitgevoerd als in nota 1269 is beschreven. Bij deze berekeningen werd nu echter uitgegaan van een vast peil in het Zoommeer van NAP en in het Markiezaatsmeer van NAP en NAP + 0.50 m. De opbrengstveranderingen zijn bepaald met het model LAMOS van de Landinrichtingsdienst voor zover deze een gevolg zijn van vochttekorten en met de z.g. HELP-tabellen als het om meer of minder wateroverlast gaat. De op jaarbasis berekende schadebedragen, voortvloeiende uit de berekende procentuele opbrengstdepressies zijn vervolgens gekapitaliseerd. Aan het einde van deze nota zijn enige richtlijnen aangegeven, die de berekende opbrengstverminderingen zouden kunnen compenseren.

2. BEREKENING VAN DE GRONDWATERSTANDEN IN DE UITGANGSSITUATIE

2.1 De beschikbare meetgegevens

Zoals reeds in de inleiding werd vermeld is het gehele meetnet, dat bestaat uit peilbuizen en openwaterpeilmeetpunten, ingericht in de periode september 1980 tot en met september 1981. Waar mogelijk werden reeds bestaande peilputten in dit meetnet opgenomen. Met name is gebruik gemaakt van oude meetpunten op Flakkee en in het Zuid-Bevelandse deel van het meetgebied. Deze meetpunten vielen voor een belangrijk deel al onder beheer van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, District Zuid-West van de Rijkswaterstaat.

De meetraaien langs het Markiezaat van Bergen op Zoom werden het eerst ingericht, waardoor deze meetpunten vanaf januari 1981 konden worden opgemeten. Vervolgens werden de meetraaien langs de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet gerealiseerd. Deze waren vanaf februari 1981 gebruiksklaar. De overige meetraaien langs het Zoommeer werden daarna van zuid naar noord ingericht. De laatste meetpunten, verdeeld over twee raaien langs het Bathse Spuikanaal, werden in september 1981 ingericht.

In het voorjaar van 1983 werd het laatste gat in de westelijke Markiezaatskade definitief gedicht, waardoor sinds mei 1983 dit gedeelte van de Oosterschelde veranderd is in een randmeer met een beheersbaar peil. Het meten van de nulfase rondom dit nieuwe Markiezaatsmeer is daardoor beperkt gebleven tot de periode januari 1981 tot en met februari 1983. Voor de overige meetpunten kon voor het vaststellen van de nulfase beschikt worden over de gegevens tot en met 1984. In de omgeving van het Bathse Spuikanaal werd het meten van de nulfase herhaaldelijk verstoord door diverse bronneringen, die met name in het watervoerende pakket tot verlagingen hebben geleid.

Op basis van deze meetgegevens werd voor de verschillende gebieden een representatieve uitgangssituatie vastgesteld.

2.2 Bepaling van de GHG en GLG

Voor het karakteriseren van de grondwaterstanden in een representatieve beginsituatie is gebruik gemaakt van de begrippen gemiddelde hoogste en gemiddelde laagste grondwaterstand (GHG en GLG).

Deze begrippen worden o.a. gebruikt bij een indeling van de grondwaterstanden in klassen, de zogenaamde grondwatertrappen (Gt) op de Bodemkaart van Nederland (1:50.000) en in de zogenaamde HELP-tabellen (Herziening Evaluatie Landinrichtingsplannen).

Deze gegevens dienden als invoer parameters voor het model LAMOS (Landinrichtings Model voor de Onverzadigde Stroming), waarmee de vochttekorten voor de landbouwgewassen werden berekend.

De berekening van de GLG/GHG is normaliter als volgt. Eerst wordt per zomerseizoen/winterseizoen het gemiddelde van de drie laagste/hogste gemeten grondwaterstanden uit een reeks van 14-daagse waarnemingen berekend. Deze gemiddelde waterstand is in deze nota verder lw/hw genoemd. De GLG/GHG is volgens de definitie een gemiddelde van de lw's/hw's uit minstens acht opeenvolgende jaren.

In deze studie kon echter over slechts 2 à 3 jaar meetgegevens worden beschikt. Van enkele ondiepe peilbuizen van oudere peilputten konden echter wel gegevens worden verkregen uit een langere reeks jaren dan de minimaal vereiste acht. Van deze meetgegevens, t.w. de nrs. 14 filter I en 54 filter I op Zuid-Beveland en 66 filter I bij Ooltgensplaat op Flakkee werden de waterstanden vanaf respectievelijk 1969, 1966 en 1968 gemeten. Uit de jaren tot en met 1980 zijn de GLG's van deze drie meetpunten en de bijbehorende standaardafwijkingen (σ) berekend. Vervolgens zijn de onderschrijdingskansen van de lw's van de afzonderlijke jaren 1981 tot en met 1984 berekend (zie tabel 1). Om de representativiteit van het grondwaterverloop van deze drie meetpunten voor het gehele studiegebied te onderzoeken, is deze zelfde werkwijze ook toegepast met een langere reeks grondwaterstanden van een landbouwbuis uit het onderzoek van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (C.O.L.N.). Dit meetpunt 539, gelegen in de omgeving van 's-Heerenhoek op Zuid-Beveland is vanaf 1951 tot heden door middel van een registreerder continue waargenomen. Uit eerdere studies is gebleken, dat bij dit meetpunt de grondwaterstandsfluctuatie een duidelijke relatie met de verdeling van neerslag en verdamping vertoont. Voor meetpunt 539 is voor de lw's van de jaren 1981 en 1984 een onderschrijdingskans van 0.50 berekend uit een 30-jarige reeks gegevens. Voor de drie meetpunten binnen het studiegebied is deze onderschrijdingskans (p) volgens een korte waarnemingenreeks gemiddeld 0.41 voor 1981 en 0.51 voor 1984. Hieruit blijkt dat met name de jaren 1981 en 1984 een gemiddelde situatie redelijk benaderen.

Op grond hiervan is aangenomen, dat de GLG'S van de landbouwbuizen in het meetnet in principe benaderd kunnen worden door de drie laagste waterstanden van 1981 en de drie laagste waterstanden van 1984 samen te middelen. Voor de meetpunten rond het Markiezaatsmeer echter kon voor de berekening van de GLG's alleen worden uitgegaan van de drie laagste waarnemingen van 1981, daar 1984 niet meer tot de nulfase kan worden gerekend.

Voor de bepaling van de GHG's kan bovenbeschreven werkwijze niet geheel gevolgd worden. De hoge wintergrondwaterstanden worden meer dan de lage zomergrondwaterstanden beheerst door het ontwateringssysteem in en rond het betreffende perceel. Op veel landbouwpercelen heeft men in de afgelopen

2 à 3 decennia hierin veel verbeteringen aangebracht, waardoor voor deze plaatsen geen kansverdeling van de opgetreden hw's kan worden opgesteld. Van de vier genoemde referentiemeetpunten is daarom de GHG berekend over de laatste acht jaren. Vervolgens zijn de grondwaterstanden van 1983 van alle landbouwbuizen gecorreleerd met de grondwaterstanden van deze referentiemeetpunten. Indien de correlatiecoëfficiënt van een van de berekende lineaire regressies groter dan 0.90 is, is de GHG van de betreffende landbouwbuis met behulp van de regressievergelijking berekend. Zijn al de correlatiecoëfficiënten kleiner dan 0.90 dan is de GHG rechtstreeks berekend uit de hw's van de gemeten jaren 1981 tot en met 1984; voor de buizen rond het Markiezaatsmeer van 1981 tot en met 1983.

3. BEPALING VAN DE BODEMKONSTANTEN

In de I.C.W.-nota's 1269 en 1270 staat een globale beschrijving van de geologische en geohydrologische opbouw van het gebied. Deze informatie is aangevuld met recentere gegevens die ontleend zijn aan de Grondwaterkaart van Nederland van de Dienst Grondwaterkenning van het T.N.O. Van de Provinciale Waterstaat van Zeeland werden resultaten verkregen van pompproeven bij het Bathse Spuikanaal. Daarnaast is gebruik gemaakt van de boorbeschrijvingen van een deel van geïnstalleerde peilputten en van zeefanalyses en gegevens van doorlaatproeven van de verkregen zandmonsters.

Het geohydrologisch profiel in het beschouwde gebied kan over het algemeen als volgt worden geschematiseerd.

De onderste laag is een watervoerend pakket dat wordt gevormd door de meestal zandige lagen van de formaties van Twente, Kreftenheye en Sterksel. Aan de basis hiervan liggen meestal de slecht doorlatende lagen behorende tot formaties van Kedichen en/of Tegelen. Indien deze slecht doorlatende lagen ontbreken, maken tevens de er onder gelegen tertiaire formaties deel uit van het watervoerende pakket. Hierdoor kan de dikte en dus ook het doorlaatvermogen $k_3 D_3$ nogal uiteenlopen.

Boven dit watervoerende pakket wordt een verzameling van meestal slecht doorlatende klei- en veenlagen aangetroffen, behorende tot de zogenaamde Westlandformatie. Voor deze holocene afzettingen dient een weerstand c_2 bepaald te worden.

Hierboven bevindt zich een meestal dunne fijnzandige en zavelige laag, behorend tot de jongste afzettingen van Duinkerke. In de meeste gevallen is deze toplaag niet meer dan 2 à 3 meter dik. Voor de berekening van de drainageweerstand dient voor deze laag een doorlaatfaktor k_1 en dikte D_1 bepaald te worden.

Uit de korrelgrootteverdelingen van de bovengenoemde zandmonsters zijn waarden voor de doorlaatfaktor (k) berekend.

De methode die hiervoor staat beschreven in I.C.W.-nota 1411, pagina 20. De op deze wijze verkregen k -waarden zijn vergeleken met de resultaten uit de doorlaatproeven. Doorgaans blijken de k -waarden, berekend uit de zeefanalyses een faktor 1 à 2 groter te zijn dan die gemeten bij de onverdichte doorlaatproeven.

Waarschijnlijk moet aan de gemeten waarden een grotere betrouwbaarheid worden toegekend, dan aan de berekende waarden. In de voorkomende holocene zandlagen, die meestal afgewisseld worden met klei- en veenlagen komen k -waarden voor van 2 tot 15 m/d.

In het watervoerende zandpakket, waarvan slechts de bovenste meters zijn bemonsterd, liggen de meeste gemeten doorlaatfactoren tussen de 5 en 30 m/d. De waarden van $k_3 D_3$ zijn echter ontleend aan de Grondwaterkaart van Nederland. Deze gegevens staan in tabel 2 (kolom 2).

In een beperkt aantal raaien kon een waarde van $k_3 D_3 c_2$ volgens Steggenwentz berekend worden uit de damping en fasevertraging van de getijdefluctuaties in het watervoerende pakket. Een beschrijving van deze methode is gegeven in de I.C.W.-nota 1411, pagina 18. De uitkomsten van deze berekeningen staan in kolom 3 van tabel 2.

Uit de gegevens van kolom 2 en 3 kan een c_2 -waarde worden berekend (kolom 4). Daarnaast is onafhankelijk hiervan een c_2 -waarde van het holocene pakket geschat op basis van de boorbeschrijving (kolom 5). In kolom 6 staat de waarde voor c_2 welke in de berekeningen is gebruikt.

In kolom 7 staan de gemiddelde slootafstanden (L) van de verschillende gebieden volgens de topografische kaartbladen (1:25.000).

De radiale weerstand rond de sloten (Ω), voornamelijk voorkomend in de bovenste zandige toplaag, staat in kolom 8 en is berekend volgens:

$$\Omega = \frac{1}{\pi k_1} \ln \frac{4D_1}{B_{wp}} \quad (d/m) \quad (1)$$

Hierin is B_{wp} de natte omtrek van de sloot. Deze is gesteld op 1.5 m. De in de formule gebruikte waarden voor k_1 en D_1 werden ontleend aan de boorbeschrijvingen, de zeefanalyses en aan de doorlaatproeven van de betreffende zandmonsters.

In kolom 9 staat de zogenaamde spreidingslengte (λ).

$$\lambda = \sqrt{k_3 D_3 (c_2 + L\Omega)} \quad (m) \quad (2)$$

In kolom 10 tenslotte is een faktor (f) gegeven die de verhouding aangeeft tussen de stijghoogteverandering in het watervoerende pakket en de daaruit voortvloeiende verandering in het freatisch niveau. Volgens Ernst is deze verhouding gelijk aan:

$$f = \frac{L\Omega}{c_2 + L\Omega} \quad (3)$$

4. DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN

4.1 De verlagingen rond het Zoommeer

De veranderingen van de stijghoogte in het watervoerende pakket ($\Delta \phi_x$) op een afstand $x(m)$ tot de kustlijn wordt berekend volgens een formule van Mazure:

$$\Delta \phi_x = \Delta \phi_0 \cdot e^{-x/\lambda} \quad (m) \quad (4)$$

Uitgangspunt hierbij is een bekende verandering van de stijghoogte ($\Delta \phi_0$) ter plaatse van de kustlijn ($x = 0$ m). Het toekomstige Zoommeerpeil zal omstreeks NAP bedragen, terwijl het meer zelf binnen enkele jaren van een zout- in een zoetwaterbekken zal veranderen. De verzoeting van de ondergrond in de aangrenzende polders is een aanzienlijk langzamer proces, waarmee in de volgende benadering geen rekening is gehouden. Aangenomen wordt nu dat de gecorrigeerde stijghoogte in het watervoerende pakket ter plaatse van de zeedijk in de nieuwe situatie overeen zal komen met het peil in het Zoommeer. De gecorrigeerde stijghoogte in de uitgangssituatie is bekend uit de metingen van de afgelopen jaren. De verwachte verandering ($\Delta \phi_0$) is ter plaatse van de meetraaien hierdoor bekend en varieert van 10 cm in de Karolinapolder (zonder een voorliggend schor) tot 60 cm in de Heense Polder.

Uit de verandering van de gecorrigeerde stijghoogte in het watervoerende pakket kan de verandering in het freatisch niveau (Δh_x) volgens Ernst berekend worden als:

$$\Delta h_x = f \cdot \Delta \phi_x \quad (m) \quad (5)$$

zie ook (3)

De aldus berekende verlagingen ter plaatse van de meetraaien zijn aan weerszijden hiervan evenwijdig aan de kustlijn geëxtrapoleerd, voor zover deze gegevens representatief mogen worden verondersteld voor deze gebieden. In tabel 3 zijn de berekende verlagingen bij een bepaalde afstand tot de kustlijn vermeld, te beginnen op een afstand van 50 m landinwaarts uit de teen van de dijk. Op de overzichtskaart zijn de verlaginglijnen weergegeven (bijlage 1a + b).

4.2 De verlagingen rond het Markiezaatsmeer

Nadat in mei 1983 het voormalige Verdrongen Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom door de sluiting van de westelijke kade een gesloten randmeer was geworden werden geleidelijk zowel in de peilbuizen op het schor als op de percelen daaromheen verlagingen waargenomen.

In de diepe peilbuis LD1 bij de Augustapolder is een daling van de gecorrigeerde gemiddelde stijghoogte gemeten van NAP + 1.65 m naar NAP + 1.30 m. In de ondiepe peilbuis LS2 werd een daling van de gemiddelde grondwaterstand van NAP + 1.90 m naar NAP + 0.70 m gemeten. Er werd een lineair verband verondersteld tussen de waterstanden van deze meetpunten. Zie figuur 1. Het peil in het Markiezaat bedroeg in de resterende maanden van 1983 gemiddeld NAP + 0.25 m. De berekeningen zijn echter gebaseerd op een peil van NAP of NAP + 0.50 m. Dit betekent een verlaging of verhoging van 25 cm t.o.v. de huidige situatie. Verondersteld wordt dat deze zelfde verlaging of verhoging ook zal gaan optreden in het freatisch niveau bij meetpunt LS2. Bij de aldus verkregen twee nieuwe waterstanden bij meetpunt LS2 kunnen dan de verlagingen van de diepe stijghoogten van meetpunt LD1 ($\Delta \Phi_0$) worden afgelezen op de horizontale schaal van figuur 1. De waarde van $\Delta \Phi_0$ is dan 40 cm bij een markiezaatspeil van NAP en 20 cm bij een meerpeil van NAP + 0.50 m.

Voor de bepaling van de beide waarden van $\Delta \Phi_0$ in de diepe peilbuis MD1 is eenzelfde methode gebruikt. Hier zijn de waterstanden gerelateerd aan die van de ondiepe peilbuis MF1. (Zie figuur 2). Hieruit zijn waarden voor $\Delta \Phi_0$ gevonden van respectievelijk 30 en 20 cm. De verlagingen in het freatisch niveau zijn berekend uit de gevonden waarden voor $\Delta \Phi_0$ met de formules (4) en (5).

In de polders ten zuiden van het Markiezaat werden op bovenstaande wijze veel geringere verlagingen berekend - maximaal 8 cm vlak achter de zeedijk - dan tot op heden gemeten verlagingen in de diverse landbouwbuizen (maximaal 20 cm). De oorzaak hiervan is vermoedelijk gelegen in de heterogene geohydrologische situatie. De jong holocene erosiegeul, die de polders in noord-zuid richting doorsnijdt, kan plaatselijk een veel lagere weerstand hebben dan werd verondersteld op grond van de boorbeschrijvingen. Het is waarschijnlijk dat in deze geulopvullingen een belangrijke horizontale grondwaterstroming plaatsvindt.

Dit zou verklaren waarom in de diepe peilbuizen in de Hogerwaardpolder (nog) geen noemenswaardige verlagingen zijn geconstateerd, terwijl dit in de landbouwbuizen wel het geval is.

De rekenmethode die eerder werd beschreven kan voor dit gebied dan ook niet worden toegepast. Voor de berekening van de toekomstige verlagingen werd uitgegaan van de tot nu toe gemeten verlagingen in de Hogerwaardpolder. Deze gegevens zijn als volgt geëxtrapoleerd.

In 1983 is bij zes landbouwbuizen in de Hogerwaardpolder gemiddeld 11 cm verlaging gemeten, bij een gemiddeld Markiezaatspeil van NAP + 0.25 m. De schorwaterstand, gemeten in de meetpunten NS1 en NS2 is in dezelfde periode gemiddeld 100 cm gezakt. Bij een verhoging of verlaging van 25 cm van het huidige Markiezaatspeil zal de schorwaterstand evenveel verhoogd of verlaagd worden: een verandering van 25% van de huidige gemiddelde verlaging (100 cm). Er wordt verondersteld dat de verlagingen in de polders ten noorden van de spoorlijn Bergen op Zoom-Vlissingen met eenzelfde percentage zullen veranderen. Op deze wijze werd voor een Markiezaatspeil van NAP + 0.50 m een gemiddelde verlaging van 8,5 cm en voor een peil van NAP een verlaging van 14 cm berekend. De verlaging van 14 cm wordt verondersteld een gemiddelde te zijn van een maximale verlaging van 28 cm vlak achter de zeedijk en van 0 cm bij de spoorlijn op 900 m afstand uit de zeedijk. De verlaging in het tussenliggende gebied werd verondersteld lineair te verlopen met de afstand tot de kustlijn. De verlagingen bij een Markiezaatspeil van NAP + 0.50 m werden verondersteld volgens dezelfde gradiënt te verlopen. De maximale verlaging is dan 17 cm vlak achter de zeedijk en 0 cm op een afstand van 550 m.

4.3 De veranderingen langs het Bathse Spuikanaal

Het huidige peil in het reeds gedeeltelijk ontgraven tracé van het Bathse Spuikanaal varieert tussen NAP en NAP + 0.10 m en is ongeveer gelijk aan het toekomstige peil. Dit laatste zal gelijk zijn aan dat van het Zoommeer. Het slootpeil in de Kreekrakpolder ten westen van het Spuikanaal dat gemeten wordt bij meetpunt QW1 was tot op heden gemiddeld NAP - 20 m. De gemeten freatische waterstanden in de directe nabijheid van het Spuikanaal fluctueren rondom NAP; in de winter stijgend tot ca NAP + 0.60 m, in de zomer dalend tot ca NAP - 0.60 m.

Bovendien kan worden opgemerkt, dat flinke stijghoogteverlagingen (tot 6 m bij meetpunt G4) in het watervoerende pakket als gevolg van bronneringen in 1982 en 1983 geen merkbaar effect hebben gehad op het freatisch niveau. Dit duidt op een hoge weerstand van het holocene klei- en veenpakket. Provinciale Waterstaat van Zeeland vond ter plaatse van de bouwput voor de noordelijke zinkerbundel bij een pompproef een c-waarde van ≈ 750 dagen. Ondanks het feit dat bij de ontgravingen in het Spuikanaal tot NAP - 7.00 m grotendeels het watervoerende pakket zal worden aangesneden, kunnen op grond van bovenstaande grondwaterstands- en peilgegevens geen noemenswaardige veranderingen in het freatisch niveau verwacht worden. Wel kunnen stijghoogteveranderingen gaan optreden in het watervoerende pakket, maar door de veelal hoge weerstand van de bovenliggende klei- en veenlagen zullen deze geen effect hebben op het freatisch niveau.

4.4 De verhogingen langs de Rosendaalsche- en Steenbergse Vliet

Na het gereedkomen van het Zoommeer zal de lozing van de Vliet op een hoger peil gaan plaatsvinden. Het peil in het benedenpand van de Vliet bij Benedensas was in 1978 tot en met 1983 gemiddeld NAP - 0.80 m. Bij een toekomstig Zoommeerpeil van NAP zal het lozingspeil dus met gemiddeld 80 cm worden verhoogd.

De meeste oevers langs de Vliet zullen daarom worden voorzien van een bekading met een hoogte van NAP + 1.50 m met daarachter een kwelsloot. Voor een deel is dit inmiddels gerealiseerd. De aldus ontstane nieuwe polders zullen in de nieuwe situatie worden bemalen via de oudere aangrenzende polders.

De verhoging van het waterpeil in de Vliet is voor de volgende berekeningen over het gehele benedenpand gelijk verondersteld. De peilverhoging in de Vliet zal door een grotere kwel naar en/of een geringere afstroming vanuit de aangrenzende oeverlanden, aanleiding kunnen geven tot verhogingen in het freatisch niveau. Voor het berekenen van deze verhogingen is een schematisering nodig van het geo-hydrologisch profiel.

Volgens de Geologische Kaart van Nederland (1 : 50.000) vindt men in het dwarsprofiel van de huidige Vlietbedding een voornamelijk met zand opgevulde erosiegeul, die tot in het pleistocene zandpakket reikt. Aan weerszijden hiervan maar op variabele afstanden tot de Vlietoever komt een holocene pakket voor van veen en klei en zandige lagen met meestal een hoge c-waarde. De boorbeschrijvingen van de peilputten aD1 en aD3 respectievelijk binnen en buiten deze erosiegeul bevestigen deze opbouw.

De gemiddelde doorlatendheid van het Duinkerke zand in de erosiegeul is geschat op ca 5 m/d. De weerstand c_2 van het holocene pakket aan weerszijden van de geul is ter plaatse van meetpunt aD3 geschat op ca 1000 dagen. In oostelijke richting zal deze afnemen tot ca 500 dagen, in westelijke richting mogelijk nog toenemen tot ca 1500 dagen. Het doorlaatvermogen K_3D_3 van het watervoerend pakket bedraagt volgens de Grondwaterkaart van Nederland gemiddeld $200 \text{ m}^2/\text{d}$. Het aldus geschetste dwarsprofiel wordt voor het gehele benedenpand homogeen en symmetrisch verondersteld. De helft van het dwarsprofiel is voor de volgende benadering opgedeeld in 4 genummerde deelgebieden. Zie figuur 3. Uit de nu volgende berekeningen zal blijken dat de veranderde situatie als gevolg van de peilverhoging in de Vliet het meeste effect zal hebben op de grondwaterstanden binnen de begrenzing van de erosiegeul (gebied 3).

De verandering van de toe- of afstroming naar of van de Vliet voorgesteld door Δq_v in gebied 1 wordt als een radiale stroming berekend:

$$\Delta q_v = \frac{(\Delta h_v - \Delta \phi_o)}{\frac{0.44}{k_1}} = 11.36 (0.8 - \Delta \phi_o) \text{ m}^2/\text{d} \quad (6)$$

Hierin is Δh_v de peilverhoging in de Vliet en $\Delta \phi_o$ de verandering van de stijghoogte in het watervoerende pakket onder de Vlietbedding. De kwelstroming (Δq_v) resulteert in een radiale stroming naar de nieuwe kwelsloot achter de Vlietkade in gebied 2 (Δq_s) en in een horizontale stroming naar de percelen hierachter in gebied 3 en 4 ($\Delta q_{p,o}$):

$$\Delta q_v = \Delta q_s + \Delta q_{p,o} \quad (7)$$

Voor de radiale stroming naar de kwelsloot geldt:

$$\Delta q_s = \frac{(\Delta \phi_o - \Delta h_s)}{\Omega} = 9.8 \Delta \phi_o \text{ m}^2/\text{d} \quad (8)$$

Hierin is Δh_s de eventuele verandering van het slootpeil. Voorlopig wordt deze gesteld op $\Delta h_s = 0$.

Ω is de radiale weerstand rond de kwelsloot. De radiale stroming werd verondersteld op te treden in een gebied met een straal van 10 m (D_1) rond de kwelsloot.

$$\text{Voor } \Omega \text{ geldt: } \Omega = \frac{1}{\pi k_1} \ln \frac{D_1}{B_{wp}} = 0.102 \text{ d/m} \quad (9)$$

Hierin geldt voor de natte omtrek van de kwelsloot: $B_{wp} = 2 \text{ m}$.

Voor de stroming naar de percelen geldt:

$$\Delta q_{p,o} = (\Delta \phi_o - \Delta h_p) \sqrt{k_3 D_3 / L \Omega} \quad \text{m}^2/\text{d} \quad (10a)$$

Hierin is de verandering van het polderpeil $\Delta h_p = 0 \text{ cm}$.

Voor de drainageweerstand $L\Omega$ is een onderscheid gemaakt tussen een zomer- en een wintersituatie. In de zomer is gerekend met een slootafstand (L) van gemiddeld 300 m en een radiale weerstand $\Omega = 0.15 \text{ d/m}$. In de winter verloopt de ontwatering van de kavels in eerste instantie via de aanwezige drains, dan is $L = 15 \text{ m}$ en $\Omega = 0.25 \text{ d/m}$.

Na substitutie in (10a) geldt voor de zomersituatie dan:

$$\Delta q_{p,o} = 2.13 \Delta \phi_o \quad \text{m}^2/\text{d} \quad (10b)$$

en voor de wintersituatie:

$$\Delta q_{p,o} = 7.30 \Delta \phi_o \quad \text{m}^2/\text{d} \quad (10c)$$

Uit de formules (6), (7), (8) en (10) kan nu $\Delta \phi_o$ worden opgelost.

Deze is voor de zomersituatie berekend op 39 cm en voor de wintersituatie op 32 cm.

Vervolgens kan de verhoging van het freatisch niveau te beginnen op een afstand van 10 meter, waarbij $x = 0$ worden berekend met de formules (4) en (5). De berekende verhogingen binnen de begrenzing van de erosiegeul (gebied 3) komen nu op vaste afstanden van de Vlietoever voor. Op de overzichtskaart (bijlage 1b) is dit weergegeven door verhogingslijnen van 30, 20, 10 en 5 cm die evenwijdig aan de Vlietoever lopen.

In gebied 4 kan het dan nog resterende debiet $\Delta q_{p,x}$ onderverdeeld worden in twee componenten. Een bovenlangse horizontale stroming door een dunne fijnzandige laag van de jonge afzettingen van Duinkerke en een tweede horizontale stroming door het watervoerende pakket.

Het effect van beide stromingscomponenten op het freatisch niveau is met de genoemde formules uitgerekend. Voor de berekening van de stijghoogteveranderingen buiten de erosiegeul werd uitgegaan van de meest ongunstige situatie, namelijk die waarin gebied 3 ontbreekt. Op 25 meter afstand van de kwelsloot is de verhoging in de zomersituatie dan slechts 6 cm en is in de wintersituatie gelijk aan 0 cm. Wanneer er wel sprake is van een gebied 3 zullen de verhogingen kleiner zijn, beslaan ze bovendien een relatief klein oppervlak en zijn derhalve te verwaarlozen.

In bovenstaande benadering is voor de eventuele verandering van het peil in de sloten achter de nieuwe Vlietkaden gesteld:

$$\Delta h_s = 0 \text{ cm en } \Delta h_p = 0 \text{ cm.}$$

Totdat het Zoommeer in 1987 voltooid zal zijn, zullen de oeverlanden nog een vrije afwatering hebben op de Vliet met een gemiddeld peil van NAP -0.80 m. Dit geldt ook voor die oevers die inmiddels van een nieuwe bekading met kwelsloot zijn voorzien, met uitzondering van een gedeelte van de Westveerpolder, ten oosten van de verkeersweg Steenbergen-Dinteloord. Dit wordt inmiddels via de Volkerakpolders bemalen. De overige oeverlanden zullen pas via de aangrenzende polders bemalen worden nadat het peil in de Vliet is verhoogd.

Over de te verwachten peilveranderingen in de oeverlanden bestaat echter nog onduidelijkheid, enerzijds omdat de toekomstige streefpeilen in deze gebieden nog geen vaststaand gegeven zijn, anderzijds omdat in de huidige situatie niet overal een slootpeil kan worden vastgesteld, dat voor een groter gebied als ontwateringsniveau kan gelden. Immers door de grillige maaiveldligging van deze gebieden en de vrije lozing op de Vliet is in de uitgangssituatie dikwijls sprake van aanmerkelijke verschillen in slootpeilen over korte afstanden. In tabel 6 is een overzicht gegeven van de gemiddelde gemeten slootwaterstanden in 1982 en 1983 in de omgeving van de Vliet en worden deze waterstanden vergeleken met de voorlopige streefpeilen voor de toekomstige situatie. Behalve in de Noordheense polder zijn de opgegeven streefpeilen gelijk of lager dan de gemeten peilen in de uitgangssituatie. In de gevallen dat het slootpeil wordt verlaagd betekent dit dat de stroming naar de kwelsloot (Δq_s) groter wordt dan werd berekend en zal de resterende stroming (Δq_p) kleiner zijn. De verhogingen zullen op grond hiervan iets kleiner kunnen worden dan berekend is.

5. HET REKENPROGRAMMA LAMOS

5.1 Algemeen

Het computerprogramma LAMOS is gebaseerd op een eerder programma MUST (Model for Unsaturated flow above a Shallow water Iable) van De Laat, dat door de Landinrichtingsdienst is uitgebreid en aangepast aan de praktijk. Hierdoor werden meerdere varianten met betrekking tot invoer- en uitvoergegevens mogelijk

Met het model wordt per gekozen tijdstap de verdampingsbehoefte van en het vocht aanbod aan de plant berekend als een functie van eigenschappen van het bodemprofiel, van meteorologische omstandigheden, van het gewas en van een onderrandvoorwaarde (grondwaterstand en/of afvoer). Door het berekenen van opeenvolgende stationaire processen is sprake van een pseudo-stationaire benadering.

De betrouwbaarheid van dit type model werd in een vergelijkend onderzoek (1984) door de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek van TNO onderzocht. Bij vergelijking van gemeten en met het model MUST berekende waarden van de actuele gewasverdamping bleek hiertussen een goede overeenkomst te bestaan. Deze vergelijking werd slechts bij één type bodemprofiel uitgevoerd.

De nauwkeurigheid van de eindresultaten wordt voornamelijk bepaald door de nauwkeurigheid van de invoergegevens, de mate van schematisering en de grootte van de gekozen tijdstap. Uit ditzelfde onderzoek werd geconcludeerd dat de pseudo-stationaire modellen vanwege de grote lengte van de tijdstap bijzonder geschikt zijn voor toepassingen op regionale schaal en/of voor meerjarige perioden.

In de voor deze studie gebruikte variant van LAMOS wordt het totale vochttekort van het gewas aan het eind van het groeiseizoen berekend. De daaruit voortvloeiende procentuele opbrengstvermindering wordt gelijkgesteld aan het procentuele vochttekort. Voor de uitgangssituatie is het vochttekort in het groeiseizoen berekend als een gemiddelde over 30 jaar. De jaren 1951 tot en met 1980 werden afzonderlijk doorgerekend. De grootte van de tijdstap was daarbij 1 dekade. De gevraagde invoergegevens kunnen worden onderverdeeld in gewasgegevens, gegevens over neerslag en verdamping, de grondwaterstanden en de bodemgegevens.

Bij deze berekeningen van het vochttekort dient opgemerkt te worden dat met eventuele kunstmatige watervoorziening geen rekening is gehouden. Voor zover de mogelijkheden in enkele gebieden daarvoor aanwezig zijn, is het niet bekend in welke mate er in droge perioden gebruik van wordt gemaakt.

5.2 De gewasgegevens

Ten behoeve van deze studie zijn de vochttekorten berekend voor de volgende landbouwgewassen: gras, granen, aardappelen en suikerbieten en voor boomgaarden. Voor elk van deze gewassen moeten 3 soorten gegevens worden ingevoerd. Als eerste de zogenaamde gewasfaktor f waarmee de potentiële verdamping van het gewas wordt berekend uit de openwaterverdamping:

$$E_p = f \cdot E_o$$

De gewasfaktor varieert per dekade (zie tabel 7).

Daarnaast moet de bewortelingsdiepte van het betreffende gewas worden ingevoerd. Deze bewortelingsdiepte is afhankelijk van de profielopbouw en is derhalve binnen zekere grenzen variabel (tabel 8).

Als derde gegeven is er de zogenaamde sinkterm; dit is de zuigspanning van het bodemvocht (PF-waarde) waarboven het gewas minder vocht kan opnemen dan voor een optimale groei noodzakelijk is (tabel 9).

5.3 De meteorologische gegevens.

De openwaterverdamping (E_o in mm) en de neerslag (N in mm) moeten voor elk zomerhalfjaar van de 30 jaren per dekade worden ingevoerd. De gebruikte gegevens van het KNMI-station Oudenbosch staan vermeld in tabel 10.

5.4 De grondwaterstanden.

De berekende GHG's en GLG's (zie hoofdstuk 2) dienen als invoer voor het model LAMOS. Het model berekent hieruit een voorjaarsgrondwaterstand (VG) voor de begindatum van het groeiseizoen (1 april) met de formule:

$$VG = 5.4 + 0.83 \times GHG + 0.19 \times GLG$$

Vervolgens wordt de grondwaterstand per dekade berekend totdat de GLG op 1 oktober aan het eind van het groeiseizoen is bereikt.

Voor het doorrekenen van percelen met hoogst waarschijnlijk sterk afwijkende grondwaterstanden, werden de berekende GHG's en GLG's niet voldoende representatief geacht. De grondwatertrappen (Gt) van de Bodemkaart van Nederland (1:50.000) weken op enkele plaatsen sterk af van de Gt die op de plaats van de metingen werd gevonden. Voor enige percelen in de Hogerwaardpolder en op de oeverlanden langs de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet werd gebruik gemaakt van gemiddelde GHG's en GLG's behorende bij de Gt van de bodemkaart.

5.5 De bodemkundige gegevens

In het studiegebied worden op de bodemkaart 18 kaarteenheden onderscheiden, die in meer of mindere mate als droogtegevoelig konden worden aangemerkt. De bodemkaart geeft voor ieder van deze profielen een beschrijving tot 120 cm beneden maaiveld. Voor het model LAMOS zijn echter de gegevens nodig tot en met de laagst voorkomende grondwaterstand. Dit is tot maximaal 3 m beneden maaiveld. De informatie over het bodemprofiel beneden 120 cm werd verkregen uit enkele geologische kaarten. Voor profielen waarover deze informatie over de ondergrond ontbreekt, werd verondersteld dat de onderste laag in het profiel tot de maximale diepte doorloopt. Mede op grond hiervan werden uiteindelijk 24 bodemkaarteenheden onderscheiden.

Als gevolg van deze grote verscheidenheid aan bodemprofielen zou de benodigde rekentijd extreem lang geworden zijn. Daarom werd op basis van de bodemfysische karakterisering van alle voorkomende profielen het aantal onderscheiden profielen sterk gereduceerd. Met een methode die in een iets andere vorm door de Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer werd toegepast, is het aantal profielen teruggebracht tot 10. Hierbij werd gebruik gemaakt van het programma CAPSEV van het I.C.W. (nota 1500). Met dit programma kan o.a. de capillaire vochttoevoer in cm/dag aan de onderzijde van de wortelzone worden berekend voor verschillende grondwaterstanden bij een gegeven profielopbouw en constante zuigspanning. De resultaten van deze berekeningen staan grafisch weergegeven in figuur 4a. In deze figuur is voor ieder profiel het verband gegeven tussen de grondwaterdiepte en de capillaire flux in cm/dag die tot 20 cm beneden maaiveld kan komen bij zuigspanning van 1000 cm. De capillaire eigenschappen van deze 24 profielen zijn nu onderling te vergelijken en in groepen onder te brengen.

Bij deze indeling is als criterium gehanteerd, dat bij fluxen tussen 0.1 en 0.3 cm/dag de daarbij behorende grondwaterstanden niet meer dan 20 cm mogen verschillen. Aldus zijn de genoemde bodemkaarteenheden ondergebracht in 10 bodemfysische eenheden (representatieve profielen) aangeduid met de codes Z1 tot en met Z10. Zie tabel 11.

De capillaire eigenschappen van deze 10 eenheden zijn weergegeven in figuur 4b. De profielopbouw van deze 10 eenheden is in figuur 5 weergegeven.

6. HET OPBRENGSTNIVEAU IN DE UITGANGSSITUATIE

Alle gebieden waarvoor grondwaterstandsveranderingen werden berekend, werden opgesplitst in deelgebieden, gekarakteriseerd door een unieke combinatie van bodemfysische eenheid, cultuurgebruik en grondwaterstanden. De daarbij onderscheiden cultuurgebruiken zijn bouwland, grasland en boomgaard. Deze combinaties werden met het programma LAMOS doorgerekend. Voor bouwland werden de berekeningen uitgevoerd voor de landbouwgewassen granen, suikerbieten en aardappelen. Hieruit bleek dat bij een aantal combinaties in de uitgangssituatie reeds een aanzienlijke opbrengstreduktie ten gevolge van de vochttekorten voor te komen.

Om de gevoeligheid van de verschillende combinaties voor een verlaging van het freatisch niveau te analyseren werden een aantal combinaties tevens doorgerekend met (theoretische) verlagingen van 10 en 20 cm.

Hieruit bleek dat:

- a. in die gevallen, dat in de uitgangssituatie reeds een aanzienlijke opbrengstreduktie voorkomt, de opbrengstverminderingen ten gevolge van verlagingen tot 20 cm in de meeste gevallen relatief klein zijn;
- b. in de gebieden, waarvoor grondwaterstandsveranderingen van minder dan 5 cm zijn berekend, geen meetbare opbrengstveranderingen zullen voorkomen;
- c. in de gebieden met de bodemprofielen Z6, Z8 en Z9 zowel in de uitgangssituatie als bij verlagingen tot 20 cm geen opbrengstverminderingen voorkomen.

Alle gebieden genoemd onder b en c zijn derhalve voor de verdere schadeberekeningen buiten beschouwing gelaten. In de resterende gebieden komen dan alleen de combinaties met de profielen Z1, Z2, Z3 en Z5 nog voor. De resultaten van deze LAMOS-berekeningen zijn gegeven in tabel 12. De berekende opbrengstredukties van granen, suikerbieten en aardappelen zijn omgerekend naar een gewogen gemiddelde voor bouwland. Hiervoor werd uitgegaan van een gemiddelde verdeling van 44% granen, 28% suikerbieten en 28% aardappelen. Volgens het Landbouw Economisch Instituut (L.E.I.) komt dit overeen met de werkelijke situatie in het zuidwestelijke zeekleigebied.

Behalve door een te lage zomergrondwaterstand kunnen ook opbrengstredukties voorkomen als gevolg van een te hoge grondwaterstand in de winter en het voorjaar. Deze reducties kunnen worden bepaald met de zogenaamde HELP-tabellen. (Herziening Evaluatie Landinrichtings Plannen). In deze tabellen wordt per grondwatertrap en per bodemprofiel de opbrengstvermindering als gevolg van wateroverlast weergegeven in procenten van de maximale gewasopbrengst bij een optimale waterhuishouding. Voor bouwland en grasland zijn aparte tabellen beschikbaar. De opbrengstredukties als gevolg van wateroverlast werden bepaald van alle overgebleven deelgebieden.

De opbrengstredukties ten gevolge van beide oorzaken staan voor een aantal deelgebieden, voor zover relevant (zie hfdst. 7), vermeld in de tabellen 13, 14 en 15.

De totale opbrengstreduktie in de uitgangssituatie kan worden verkregen door beide reducties te sommeren. Uit deze tabellen blijkt dat in de vermelde deelgebieden ten gevolge van vochttekorten in de uitgangssituatie opbrengstredukties tot bijna 18% voor kunnen komen. Als gevolg van wateroverlast zijn in deze zelfde gebieden langs het Zoommeer en het Markiezaat opbrengstredukties tot 12% gevonden. In de omgeving van de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet kwamen op natte percelen binnen de vermelde deelgebieden al reducties voor tot 20% als gevolg van wateroverlast.

7. OPBRENGSTVERANDERINGEN TEN GEVOLGE VAN DE BEREKENDE GRNDWATERSTANDS-
VERANDERINGEN.

De berekende verlagingen langs het Zoommeer en Markiezaatsmer zijn in het LAMOS-model ingevoerd, waarmee de vochttekorten en daaruit de opbrengstverminderingen in de nieuwe situatie berekend werden. De opbrengstverminderingen blijken, zoals reeds in hoofdstuk 6 werd opgemerkt, in de meeste gevallen zeer gering te zijn in vergelijking met de opbrengstredukties die reeds in de uitgangssituatie zijn berekend. Deze opbrengstvermindering ten gevolge van de verlaging, in procenten van een opbrengst bij een optimale vochtvoorziening, is omgerekend tot een procentuele verandering van de aktuele opbrengst in de uitgangssituatie. Immers de berekende opbrengsten in gld/ha (zie hoofdstuk 8) zijn hier ook op gebaseerd. In de tabellen 13 en 14 staan deze resultaten alleen voor die deelgebieden, waar met het LAMOS-model ten gevolge van de verlagingen een opbrengstvermindering werd berekend.

Met behulp van de HELP-tabellen zijn de opbrengstveranderingen die een gevolg zijn van de verlaging van de GHG's bepaald. Dit heeft geresulteerd in procentuele opbrengstverhogingen ten opzichte van de uitgangssituatie. Ook hier geldt dat beide veranderingen voor de berekening van de totale opbrengstverandering gesommeerd dienen te worden. Blijft het saldo negatief, d.w.z. een opbrengstvermindering, dan is dit verder omgerekend naar een financiële schade (zie hoofdstuk 8). In de tabellen 13 en 14 staan alle deelgebieden rond het Zoommeer en Markiezaatsmeer waarvoor een totale opbrengstvermindering is berekend, genummerd (nrs 1 tot en met 16).

De gebieden rond het Markiezaatsmeer zijn doorgerekend met twee verschillende berekende verlagingen. De opbrengstverminderingen zijn hier berekend bij een Markiezaatspeil van NAP (tabel 14a) en bij een peil van NAP +0.50 m (tabel 14b).

Langs de Vliet is een soortgelijke werkwijze gevolgd als boven beschreven, zij het dat de berekende verhogingen uiteraard een tegengesteld effect hebben. Enerzijds zijn met het LAMOS-model opbrengstverhogingen berekend en met de HELP-tabellen opbrengstverminderingen als gevolg van extra wateroverlast.

In tabel 15 staan de resultaten hiervan alleen voor die deelgebieden vermeld, waar met de HELP-tabellen een opbrengstermindering als gevolg van de berekende verhogingen is bepaald. De deelgebieden waarvoor de totale gesommeerde opbrengstverandering negatief blijft zijn ook hier genummerd (nrs. V1 tot en met V7).

Alle hiervoor genoemde genummerde deelgebieden verwijzen naar een overzichtskaart (bijlagen 2a en 2b).

8. DE FINANCIËLE SCHADE

Uit de berekende procentuele opbrengstverminderingen kan de geldelijke schade in guldens per ha worden berekend. Hiervoor is de oppervlakte van de genummerde deelgebiedjes bepaald en een bedrag in gld/ha berekend voor 1% van de gemiddelde aktuele opbrengst in de uitgangssituatie.

In de nota Landbouwkundige Aspecten van Grondwateronttrekking (LAGO) van de Commissie Grondwateronttrekking Waterleidingbedrijven (COGROWA) wordt een voorbeeld gegeven voor het berekenen van de geldelijke schade van een perceel grasland bij een bekend percentage opbrengstvermindering. Hier gaat men uit van de aanschafprijs van het vervangend produkt, dat het opbrengsttekort moet compenseren. Hanteert men hierbij het prijspeil van 1983, dan wordt voor 1% opbrengstvermindering op grasland als volgt een schadebedrag becijferd: de gemiddelde aktuele produktie in de jaren 1980 tot en met 1983 bedroeg 13.500 kg ds/ha met een voederwaardefaktor van 0.84, ofwel 11.340 kVEM/ha.¹⁾ Verondersteld wordt dat bij opbrengstverlies dit wordt teruggekocht in gelijke delen ruwvoer en krachtvoer met een prijs van respectievelijk 43 ct en 47 ct/kVEM, gemiddeld dus 45 ct/kVEM.

Een opbrengstvermindering van 1% komt dan overeen met : $113,40 \times 45 \text{ ct} = f 51,--/\text{ha}$ schade.

Voor de berekening van 1% opbrengstvermindering op bouwland is gebruik gemaakt van gemiddelde opbrengstcijfers van het LEI van het zuidwestelijk zeekeleigebied in de periode 1979 t/m 1983. In de bedrijfscategorie 20-40 ha, waarin de meeste bedrijven voorkomen, werden voor aardappelen, suikerbieten en wintertarwe de gemiddelde opbrengsten in gld/ha berekend over de genoemde 5 jaren met ieder een verschillend prijspeil. Voor aardappelen werd een gemiddeld bedrag van f 10.053,--/ha ontvangen, voor wintertarwe f 3.510,--/ha en voor suikerbieten f 6.133,--/ha. Volgens dezelfde verdeling die in hoofdstuk 6 werd toegepast, werd een gewogen gemiddelde opbrengst voor bouwland berekend op f 6.076,--/ha.

Voor 1% opbrengstvermindering wordt dus f 61,--/ha schade berekend.

Langs het Zoommeer werd aldus een totale jaarlijkse inkomensschade van f 10.665,-- berekend. Langs het Markiezaatsmeer is dit bedrag f 19.522,-- bij een peil van NAP en f 8.874,-- bij een peil van NAP + 0.50 m. Langs de Vliet is de totale jaarlijkse inkomensschade becijferd op f 11.096.--.

1) kVEM = kilo Voeder Eenheid voor Melkproduktie

De jaarlijkse bedragen zijn voor de totale inkomensschade vermenigvuldigd met een kapitaalsfactor 10.

Deze kapitaalsfactor wijkt af van die, welke in ICW-nota 1269 is gebruikt.

De totale inkomensschade voor het gehele gebied is dan f 412.830,- bij een Markiezaatspeil van NAP. Voor de variant met een meerpeil van NAP + 0.50 is dit bedrag f 306.350,-. Een eventuele vermogensschade is voor beide varianten buiten beschouwing gelaten (P.M.).

9. EVENTUELE COMPENSERENDE MAATREGELEN VOOR DE TE VERWACHTEN SCHADE

9.1 Langs het Zoommeer en het Markiezaatsmeer.

In de voorgaande hoofdstukken is gebleken dat de berekende opbrengstverminderingen in de meeste gevallen gering zijn ten opzichte van de opbrengstredukties die in de uitgangssituatie voorkomen. Bovendien gaat het om enkele relatief kleine gebieden op verschillende plaatsen in het studiegebied.

In het algemeen zal het hoogstwaarschijnlijk onrendabel zijn om alleen de schade die in deze nota is berekend door middel van dure voorzieningen te gaan compenseren. Dit kan slechts gebeuren in combinatie met het opheffen van de vochttekorten die in de uitgangssituatie al tot veel grotere opbrengstredukties leiden. Bovendien komen deze opbrengstredukties in de uitgangssituaties over veel grotere gebieden voor. De aanvulling van het vochttekort dient dan ook te worden gezien in het kader van de watervoorziening voor een veel groter gebied, waarbij de opbrengstredukties in de uitgangssituatie maatgevend zullen zijn voor de te maken investeringen. De Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer maakt voor het gehele gebied van westelijk Noord-Brabant en grote delen van Zeeland aanvoerplannen voor zoet water met de bijbehorende baten-kosten analyses. De berekende schades in de Auvergnepolder en in de Hogerwaardpolder kunnen als deze aanvoerplannen t.z.t. zijn uitgevoerd, hierdoor worden gecompenseerd.

Voor de overige gebieden waar schade is berekend ligt dit nog anders.

Op Flakkee kan het ondervangen van de vochttekorten voor een gedeelte van het gebied reeds nu en voor de rest van het gebied spoedig worden gerealiseerd door de aanvoer van zoet water vanuit het Haringvliet.

Hiervoor is in het kader van de ruilverkaveling Flakkee reeds een aanvoerplan opgenomen, waarmee het gehele eiland van zoet water kan worden voorzien.

Dezelfde mogelijkheid bestaat sinds langere tijd in het gebied ten noorden van de Dintel in Noord-Brabant. Hier kunnen de polders in droge perioden via het waterlopenstelsel vanuit de Dintel van zoet water worden voorzien. In deze beide gebieden wordt het zoete water meestal aangevoerd tot en met de hoofdwatervaningen. Dit betekent dat het beschikbare water niet in alle gevallen direct grenst aan de kavel of perceel waar de watertoevoer gevraagd wordt. Het is niet bekend in hoeverre reeds in de uitgangssituatie van de mogelijkheden voor kunstmatige watervoorziening gebruik is gemaakt.

De gebieden aan de oostzijde van het Markiezaatsmeer kunnen voorlopig nog niet vanuit dit meer van zoet water worden voorzien. Hierbij is aangenomen dat het Markiezaat niet op korte termijn zal gaan verzoeten. In het gebied tussen de oude en nieuwe zeedijk voor de Augustapolder kan het vochttekort echter worden aangevuld met het af te malen wateroverschot uit de Augustapolder (125 ha) en de achterliggende stroomgronden (1040 ha). De afvoer van het betreffende gemaal is niet bekend, verwacht wordt dat deze voldoende zal zijn om in droge perioden een betrekkelijk klein gebied (maximaal 12 ha) van water te kunnen voorzien. De waterkwaliteit is volgens monsterpunt 55 ruim voldoende voor landbouwkundige doeleinden.

Voor de noordoostelijke oever langs het Markiezaatsmeer is deze mogelijkheid in veel mindere mate voorhanden. In dit gebied is voor in totaal ca 50 ha een schade berekend. Het wordt doorkruist door een beekje, de Blaffert, dat uitloopt in het Markiezaat. Het stroomgebied hiervan is ongeveer 190 ha en zal in droge perioden waarschijnlijk te weinig water leveren, dat voor deze gebieden gebruikt zou kunnen worden.

9.2 Langs de Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet

De berekende schade als gevolg van toegenomen wateroverlast zal voor een aantal percelen met het leggen van (extra) drainage kunnen worden tegengegaan. Uit tabel 5 blijkt dat de meeste wateroverlast zowel in de uitgangssituatie als na de verhogingen voorkomt in een aantal smalle stroken tot 50 meter vanaf de Vlietoever. Voor deze kleine gebieden kan het verdichten van het drainagenet gebeuren door tussen de bestaande drains steeds één extra drain te plaatsen. Indien geen drainage aanwezig is zal de nieuwe drainafstand voor deze gebieden ca 10 m moeten bedragen. De kosten bedragen ca f 2,50 per meter of wel bij aanvullende drainage ca f 1.700,- per ha bij een gemiddelde afstand van 15 m en bij nieuwe drainage ca f 2.500,-/ha bij een afstand van 10 m. Deze investeringen wegen op tegen de berekende jaarlijkse inkomensschade/ha in de deelgebieden met de nrs V1, V2, V4, V5, V6 en V7.

10. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Door de Deltadienst van de Rijkswaterstaat werd aan het I.C.W. opdracht verleend tot het berekenen van de schade als gevolg van te verwachten veranderingen in de grondwaterstanden rond het toekomstige Zoommeer en Markiezaatsmeer en langs het Bathse Spuikanaal en het benedenpand van de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet. In tegenstelling tot bij een soortgelijke studie in 1980 (I.C.W.-nota 1269) werd nu uitgegaan van de werkelijke beginsituatie voor wat betreft de grondwaterstanden en werd de betekenis daarvan voor de gewasproductie vastgelegd.

Deze uitgangssituatie is bepaald uit grondwaterstanden die van 1981 tot en met 1984 zijn gemeten. Voor de omgeving van het Markiezaat betreffen deze metingen de periode van 1981 tot en met de winter van '82-'83. De grondwaterstanden in de uitgangssituatie zijn uitgedrukt in een GHG en GLG (gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand). De GLG's van alle landbouwbuizen in het studiegebied konden worden berekend uit de 3 laagste waarnemingen van zowel 1981 als 1984 tesamen, nadat uit de kansverdeling van enkele langjarige reeksen kon worden geconcludeerd dat deze beide zomers voor wat betreft de laagste grondwaterstanden ongeveer een gemiddeld jaar benaderen. De GHG's zijn deels berekend uit correlaties met de gegevens van de langjarige meetreeksen en bij geringe correlaties werd de GHG berekend uit het gemiddelde van 3 hoogste waterstanden per winterseizoen voor zover deze voor de uitgangssituatie golden.

Voor het berekenen van de grondwaterstandsveranderingen zijn de verschillende parameters voor bodem en drainageweerstand o.a. verzameld uit de literatuur, kaartmateriaal, boorbeschrijvingen en uit doorlaatfactoren verkregen uit zandmonsters. Verder is gebruik gemaakt van getijdeanalyses in het watervoerend pakket. Voor de meeste berekeningen van grondwaterstandsveranderingen is een hydrologisch profiel geschetst dat bestaat uit één watervoerend pakket met een doorlaatvermogen $k_3 D_3$, daarboven een slecht doorlatend pakket met een weerstand c_2 en een matig doorlatende dunne toplaag met dikte D_1 en doorlaatfaktor k_1 . Voor deze toplaag werd de drainageweerstand berekend.

De verlagingen rond het Zoommeer en het Markiezaatsmeer zijn met formules van Mazure en Ernst berekend, uitgaande van een bekende verlaging van de diepe gecorrigeerde stijghoogte in het watervoerend pakket op de grens van polder en schor.

De verlagingen, die rond het Zoommeer werden berekend, bedragen maximaal 20 cm vlak achter de zeedijk. Langs het Markiezaat zijn verlagingen berekend voor een meerpeil van NAP en NAP +0.50 m. Hiervoor is gebruik gemaakt van reeds gemeten verlagingen bij een gemiddelde Markiezaatspeil van NAP +0.25 m. In de Augustapolder bedragen de verlagingen maximaal 13 cm, op de oostelijke oever van het Markiezaat is dit 36 cm en in de Hogerwaardpolder 28 cm, allen bij een Markiezaatspeil van NAP. Bij een meerpeil van NAP +0.50 m zijn deze maximale verlagingen respectievelijk 9, 18 en 17 cm.

Langs het Bathse Spuikanaal worden geen veranderingen in het freatisch niveau verwacht, omdat het toekomstige peil op dit kanaal van omstreeks NAP nauwelijks verschilt van het huidige ontwateringsniveau in deze omgeving. Langs het benedenpand van de Vliet zijn de verhogingen berekend binnen de begrenzing van een holocene erosiegeul. Door een homogeen veronderstelde geo-hydrologische situatie binnen de begrenzing van deze geul lopen de verhogingslijnen van het freatisch niveau evenwijdig aan de Vlietoever. Er werden verhogingen berekend voor een zomersituatie, waarin de ontwatering meestal uitsluitend via de sloten plaatsvindt en voor een wintersituatie, waarin ook de drainbuizen een belangrijke rol spelen. De maximale verhogingen op ca 10 m achter de nieuwe kwelsloot bedragen hierdoor voor de zomer 39 cm en voor de winter 32 cm. Buiten de erosiegeul werden geringe verhogingen voor zeer kleine oppervlakten berekend. Deze laatsten zijn voor de verdere schadeberekeningen verwaarloosd.

Voor het berekenen van de opbrengstredukties van de landbouwgewassen ten gevolge van te lage grondwaterstanden, is gebruik gemaakt van het computer-model LAMOS. Met dit model worden per dekade uit het aanbod van vocht aan de wortelzone en de vochtbehoefte van de plant, het uiteindelijke vochttekort en de daaruit voortkomende procentuele daling van de gewasverdamping en gewasproduktie aan het einde van het groeiseizoen berekend. Deze opbrengstreduktie werd met het model berekend over het gemiddelde van de jaren 1951 tot en met 1980. Als invoer voor dit programma dienden daarom o.a. dekadesommen van neerslag en openwaterverdamping van deze 30 jaren. Verder werden gegevens met betrekking tot de onderscheiden cultuurgebruiken ingevoerd: de gewasfactoren, de bewortelingsdiepte en de sinkterm. Er is geen rekening gehouden met eventuele kunstmatige watervoorziening.

Voor de grondwaterstanden werden de berekende GHG's en GLG's gebruikt, aangevuld met enkele gegevens van de Gt's van de bodemkaart. Voor het berekenen van de capillaire vochtleverantie aan de wortelzone dienden gegevens over het bodemprofiel te worden ingevoerd. Op basis van de capillaire eigenschappen werden aanvankelijk 24 min of meer droogtegevoelig geachte profielen van de bodemkaart gegroepeerd tot 10 zogenaamde bodemfysische eenheden. Van deze eenheden werden per bodemlaag gegevens ingevoerd betreffende de capillaire doorlatendheden en de vochtkenmerken.

Van alle gebieden, waarvoor grondwaterstandsveranderingen werden berekend, werd het opbrengstniveau in de uitgangssituatie met het LAMOS-model berekend. Alle in deze gebieden voorkomende combinaties van grondwaterstanden, cultuurgebruik en bodemfysische eenheid werden in het model ingevoerd. Uit de resultaten blijkt dat tengevolge van te lage grondwaterstanden opbrengstredukties tot maximaal 18% voorkomen. Dit betreft alleen die gebieden waar later uit de berekende verlagingen ook opbrengstverminderingen zijn berekend.

Daarna werden een aantal combinaties nogmaals doorgerekend met grondwaterstanden die 10 respectievelijk 20 cm lager waren. Uit deze gevoeligheidsanalyse bleek o.a. dat de gebieden, waarvoor grondwaterstandsveranderingen van minder dan 5 cm waren berekend, voor de verdere schadeberekeningen buiten beschouwing konden worden gelaten. Daarnaast bleek dat voor een aantal profielen zowel in de uitgangssituatie als na de ingevoerde verlagingen geen opbrengstredukties werden berekend. Van de resterende gebieden, waarin de opbrengstredukties in de uitgangssituatie al aanzienlijk waren, waren de opbrengstverminderingen ten gevolge van de ingevoerde verlagingen relatief gering. In deze laatstgenoemde gebieden kwamen nog slechts 4 van de onderscheiden bodemfysische eenheden voor.

Eveneens zijn de opbrengstredukties bepaald die een gevolg zijn van wateroverlast, die voornamelijk in het voorjaar kan optreden. Voor de uitgangssituatie werden langs het Zoommeer en Markiezaat hiervoor met behulp van de HELP-tabellen opbrengstredukties tot maximaal 12% bepaald. Ook dit betreft alleen die gebieden, waar tengevolge van de berekende verlagingen opbrengstverminderingen zijn berekend. Langs de Vliet bedragen de opbrengstredukties maximaal 20% voor die gebieden waar tengevolge van de berekende verhogingen later opbrengstverminderingen werden berekend.

Geconcludeerd kan worden dat voor een groot deel van de gebieden langs het Zoommeer, Markiezaat en Vliet de waterhuishouding in de uitgangssituatie niet optimaal is voor de gewasgroei. Zowel te lage grondwaterstanden in de zomer als te hoge in het voorjaar komen voor, soms beide op dezelfde plaatsen.

Vervolgens werden op identieke wijze de opbrengstverminderingen bepaald als gevolg van de berekende verlagingen en verhogingen van de grondwaterstanden. De aktuele opbrengst in de uitgangssituaties is hiervoor op 100% gesteld. Als gevolg van de verlagingen werden zowel opbrengstverhogingen door minder wateroverlast als opbrengstverminderingen door grotere vochttekorten berekend. Voor situaties, waarin dit beide voorkwam, zijn de positieve en negatieve gevolgen gesommeerd. Uiteindelijk bleef voor de omgeving van het Zoommeer in totaal 53 ha over waarvoor 1% of meer landbouwschade werd berekend als gevolg van de verlagingen. Langs het Markiezaat was dit 145 ha bij een meerpeil van NAP en 83 ha bij een meerpeil van NAP +0.50.

De verhogingen langs de Vliet resulteerden in een tegengesteld effect: meer wateroverlast en minder verdrogingsschade. De percelen waarvoor een schadepercentage resteerde hadden een gezamenlijk oppervlak van slechts 16 ha.

De procentuele opbrengstverminderingen werden daarna omgerekend naar een geldbedrag. Met een rekenvoorbeeld van de COGROWA kan volgens het prijspeil van 1983 voor 1% opbrengstvermindering op grasland f 51,-- worden berekend. Voor bouwland kon m.b.v. opbrengstcijfers van 1979 tot en met 1983 van het LEI hiervoor een gemiddeld bedrag van f 61,-- worden berekend. (Voor percelen met boomgaarden werden geen opbrengstverminderingen berekend).

De totale jaarlijkse inkomensschade langs het Zoommeer ten gevolge van de verlagingen is vervolgens berekend op f 10.665,--. Langs het Markiezaat was dit f 19.522,-- bij een meerpeil van NAP en f 8.874,-- bij een peil van NAP +0.50 m. Langs de Vliet is deze jaarlijkse som becijferd op f 11.096,--.

De jaarlijkse bedragen zijn voor de berekening van de totale inkomensschade vermenigvuldigd met een kapitaalsfactor 10. Voor het gehele studiegebied is de totale inkomensschade bij een Markiezaatspeil van NAP dan f 412.830,--. Bij een Markiezaatspeil van NAP +0.50 m is dit totaalbedrag f 306.350,--. Voor de eventuele vermogensschade zijn geen bedragen becijferd.

Deze schadebedragen verschillen aanmerkelijk met de vergelijkbare bedragen welke in I.C.W.-nota 1269 staan vermeld. De belangrijkste oorzaken hiervan zijn:

- a. de uitgangssituatie voor wat betreft de grondwaterstanden blijkt volgens deze studie voor veel gebieden voor een maximale gewasopbrengst niet optimaal te zijn. Dit is in tegenstelling met een aanname in bovengenoemde nota, waarin deze uitgangssituatie noodgedwongen wel als optimaal werd verondersteld.
- b. de berekende grondwaterstandsveranderingen blijken in deze studie bij een vergelijkbaar Zoommeerpeil (NAP) zowel in grootte als in verspreiding over het algemeen kleiner te zijn.
- c. er is in deze studie voor de totale inkomensschade met een kleinere kapitaalsfaktor gerekend dan in bovengenoemde nota.

De berekende schades langs het Zoommeer en Markiezaatsmeer kunnen voor een belangrijk deel worden gecompenseerd door bestaande en toekomstige mogelijkheden van wateraanvoer. Hiermee wordt dan tevens de opbrengstreduktie die reeds in de uitgangssituatie in veel grotere gebieden voorkomt, gecompenseerd. Voor de omgeving van de Vliet kan op een aantal van de percelen, waarvoor een schade is berekend, nieuwe of aanvullende drainage worden gelegd. De investeringen wegen hier op tegen de verwachte meeropbrengsten.

LITERATUURLIJST

- Commissie Grondwaterwet Waterleidingsbedrijven, werkgroep landbouwkundige aspecten.
Landbouwkundige Aspecten van Grondwateronttrekking 1984.
- Hooghart, J.C. Vergelijking van modellen voor het onverzadigd grondwatersysteem en de verdamping.
Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO.
serie: Rapporten en nota's nr. 13, oktober 1984.
- Landinrichtingsdienst Zeeland
Notitie voor de bodemfysische indeling van de gronden van de Zeeuwse eilanden en west Noord-Brabant, 1984.
- Kramer, A.H.F. Onderzoek veranderingen in het grondwaterregime rondom het toekomstige Zoommeer, verslag gegevensverwerking 1981 (Markiezaatsmeer) I.C.W.-nota 1411, mei 1983.
- Kramer, A.H.F. idem, verslag gegevensverwerking 1981 en 1982.
I.C.W.-nota 1508, april 1984.
- Kramer, A.H.F. idem, verslag gegevensverwerking 1983.
I.C.W.-nota 1985, december 1984.
- Leven, ir. J.A. van 't, B. van der Weerd en J.J. Lindenbergh
De landbouwwaterhuishouding in de provincie Zeeland.
Rapport no. 10 van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (COLN) - T.N.O., 1958.
- Lievense B.V. ingenieursbureau ir. L.W.
Grondonderzoek Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet
verzameling bestaande gegevens, februari 1979.
- Reuling, Th. Gebruikershandleiding voor het model LAMOS
(Landinrichtingsmodel voor Onverzadigde Stroming)
afdeling grondwaterbeheer van de Landinrichtingsdienst,
oktober 1983.
- Rijks Geologische Dienst, Geologische kaart van Nederland (1 : 50.000)
kaartbladen Willemstad 43 Oost en Goeree Overflakkee.
- Stichting voor Bodemkartering. Bodemkaart van Nederland (1 : 50.000)
kaartbladen 43 Oost, 43 West, 49 Oost en 49 West
(in voorbereiding)
- T.N.O., Dienst Grondwaterverkenning
Grondwaterkaart van Nederland (1 : 50.000)
Kaartbladen 43 Oost en 44 West, 1976
42 Oost en West, 43 West, 1984
48 Oost en West, 49 West, conceptnota 1985.

- T.N.O. Dienst Grondwaterverkenning
Geo-hydrologische inventarisatie westelijk Noord-Brabant
ten behoeve van de inrichting van een grensmeetnet,
november 1984.
- Weerd, B. v.d. en A.H.F. Kramer
Voorstudie Zoommeer.
Een berekening van mogelijk optredende landbouwschade
rondom het Zoommeer en langs de Roosendaalsche- en
Steenbergsche Vliet
I.C.W.-nota 1269, januari 1980.
- Weerd, B. v.d. en A.H.F. Kramer
Voorstudie Zoommeer.
Een inventariserend onderzoek naar mogelijke landbouwschade
na het gereedkomen van het Zoommeer en de aanpassing van de
Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet.
I.C.W.-nota 1270, februari 1980.
- Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer.
Verslag van de subgroep Infrastructuur Noord-Brabant,
maart 1985.
- Werkgroep Herziening Evaluatie Landinrichtingsplannen.
Methode voor de evaluatie van landinrichtingsplannen.
- Wesseling, ir. J.G., ing. W. Bloemen en ing. W.A.J.M. Kroonen
Computerprogram CAPSEV
I.C.W.-nota 1500, 1984.

GEBRUIKTE SYMBOLEN

B_{wp}	= natte omtrek van open leiding of drain	(m)
c	= verticale weerstand	(dagen)
c_n	= verticale weerstand van n^e laag	(dagen)
D	= laagdikte	(m)
D_n	= dikte van n^e laag	(m)
E_o	= verdamping van openwateroppervlak volgens Penman	(mm)
E_p	= potentiële gewasverdamping	(mm)
E_a	= actuele gewasverdamping	(mm)
f	= verhoudingsgetal	(dimensieloos)
h_x	= hoogte van de grondwaterspiegel op afstand x (m)	(m)
Δh_x	= verandering van de grondwaterstand op afstand x	(m)
Δh_s	= verandering van het peil in de kwelsloot langs de Vliet	(m)
Δh_p	= verandering van het polderpeil langs de Vliet	(m)
k	= doorlaatfaktor	(m/d)
k_n	= doorlaatfaktor van n^e laag	(m/d)
L	= afstand tussen evenwijdige sloten of drains	(m)
p	= onderschrijdingskans	(dimensieloos)
q	= intensiteit van de stroming per strekkende meter	(m ² /d)
Δq_v	= verandering van de stroming naar of uit de Vliet	(m ² /d)
Δq_s	= verandering van de stroming naar of uit de kwelsloot langs de Vliet	(m ² /d)
$\Delta q_{p,x}$	= verandering van de stroming naar of uit de polder langs de Vliet op afstand x (m)	(m ² /d)
λ	= spreidingslengte	(m)
σ	= standaardafwijking	(cm)
Φ	= stijghoogte van diepe grondwater	(m)
$\Delta \Phi_o$	= verandering van de stijghoogte t.p.v. de kustlijn of Vliet	(m)
$\Delta \Phi_x$	= verandering van de stijghoogte op afstand x (m)	(m)
Ω	= radiale weerstand	(d/m)

Tabel 1.

Berekende GLG's van 4 meetpunten in cm t.o.v. NAP met standaardafwijking

(o) en de onderschrijdingskansen (p) van de gemiddelde laagste 3 grondwaterstanden (lw) van 1981 tot en met 1984.

meetpunten	meetperiode	GLG	σ	1981 lw p	1982 lw p	1983 lw p	1984 lw p
Zoommeer							
14 filterI	'69 t/m '80	-50	27.0	-68 0.25	-104 0.02	-107 0.02	-42 0.62
54 filterI	'68 t/m '80	+54	20.3	+43 0.30	+60 0.61	+65 0.71	+49 0.59
66 filterI	'66 t/m '80	-147	16.1	-140 0.66	-170 0.07	-135 0.76	-154 0.33
gemiddelde p				0.41	0.23	0.50	0.51
meetpunt 's-Heerenhoek							
peilbuis 539	'51 t/m '80	-25	18.5	-25 0.50	-54 0.05	-40 0.21	-26 0.50

Tabel 2. Overzicht van de gebruikte bodemkonstanten per meetraai.
Voor een toelichting zie hoofdstuk 3.

kolom 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
meetraai	$K_3 D_3$ ($m^2 \cdot d^{-1}$)	$K_3 D_3 c_2$ ($\times 10^3 m^2$)	c_2 (dgn)	c_2 (dgn)	c_2 (dgn)	L (m)	Ω ($d \cdot m^2$)	λ (m)	f
A	500	230	460	550-800	500	300	4.4	949	0.73
B	600	101	170	450	200	200	3.1	701	0.76
C	300	240	800	650	800	200	0.7	531	0.15
RI	360	117	330	650	400	450	0.5	474	0.36
RII	200	48	240	300	240	250	3.1	451	0.76
D	200	89	450	600-900	500	150	6.0	529	0.64
E	250	74	300	500	350	350	0.7	386	0.41
F	250	-	-	700	700	150	0.5	440	0.10
G	300	-	-	100	100	400	0.2	232	0.7
H	300	-	-	1000	1000	250	0.5	581	0.11
J	600	-	-	1200	1200	250	0.5	892	0.09
K	1000	87	870	800	850	300	1.8	1183	0.39
L	1000	-	-	80	80	150	0.4	374	0.43
M	900	-	-	50	50	400	1.0	636	0.89
N buiten geul	700	353	500	800	800	350	0.3	796	0.12
N binnen geul	700	-	-	300	300	350	0.3	532	0.26
P	430	-	-	-	750	400	0.3	612	0.14
Q	430	-	-	-	750	480	0.7	666	0.27
Omgeving Vliet									
binnen geul	200	-	-	60	-	300	0.15	94	1.0
buiten geul	200	-	-	1000	1000	300	0.04	8.1	0.04
binnen geul	200	-	-	60	-	15	0.25	27	1.0
buiten geul	200	-	-	1000	1000	15	0.77	2.4	0.013

1) De verlagingen in de omgeving van raai N zijn niet met deze gegevens berekend; zie paragraaf 4.2.

Tabel 3.

Berekende verlagingen langs het Zoommeer

Meetraai/ meetpunten		Afstand x(m)		$\Delta \Phi_0$ (cm)	Δh_x (cm)	
		van	tot		van	tot
A	AF 1,2,3,4,5 6,7	50 - 350		30	21	15
		400 - 1000			14	8
B	BF 1,2,3,4 5,6,7,8	50 - 300		30	21	15
		300 - 1200			15	4
C	CF 1,2,3 4,5	50 - 250		30	3	2
		250 - 550				
R I	RIF 1,2,3 4 5,6,7	50 - 150		20	6	5
		150 - 400			5	3
		400 - 900				
R II	RII F 1,2,3,4 5	50 - 400		10	7	3
		400 - 550			3	2
D	DF 1,2,3 4 5	50 - 200		25	15	11
		200 - 350			11	8
		350 - 650			8	5
E	EF 1,2,3,4 5 6,7	50 - 200		40	14	10
		200 - 350			10	7
		400 - 1100			6	1
F	FF 1,2,3 4,5 6 7,8	50 - 200		60	5	4
		200 - 500			4	2
		500 - 700				
		700 - 1500				
G	GF 1,2,3,4, 5,6,7	50 - 300		50	7	2
		300 - 800				
H	HF 1,2,3,4 5 6	50 - 250		30	3	2
		250 - 450				
		450 - 600				
J	JF 1,2,3,4 5,6,7	50 - 250		30	3	2
		300 - 800				
K	KF 1,2,3,4 5 6	50 - 500		30	11	7
		500 - 500				7
		500 - 800			7	6

Tabel 4.

Berekende verlagingen langs het Markiezaat

Meetraai/ Meetpunten		Afstand x (m)		$\Delta \Phi_0$ (cm)		Δh_x (cm)			
		van	tot	(1)	(2)	(1)		(2)	
						van	tot	van	tot
L	LF 1 2,3,4,5,6	50 - 150		35	25	13	10	9	7
		200 - 1000				9	1	6	1
M	MF 2,3	0 - 200		40	20	36	26	18	13
		200 - 350				26	21	13	10
N	NF 1,2 3,4 5,6 7 8	50 - 175				28	24	17	13
		175 - 400				24	14	13	5
		400 - 700				14	8		
		700 - 850				8	2		
		1050 - 1500				1			

1) Markiezaatspeil
= NAP2) Markiezaatspeil
= NAP +0.50m

Tabel 5. Berekende verhogingen langs de Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet

binnen de begrenzing van de erosiegeul:

afstand tot de Vlietoever		Δh_x (cm)	
		zomer	winter
25 m	x = 0 m	39	32
50	x = 25	30	13
85	x = 60	20	4
155	x = 130	10	0
215	x = 190	5	0

buiten de begrenzing van de erosiegeul (indien gebied 3 ontbreekt):

25 m	x = 0 m	39	32
35	x = 10	12	1
40	x = 15	6	0
45	x = 20	3	0

Tabel 6. Gemeten slootpeilen (1982-1983) en voorlopige streefpeilen volgens de Landinrichtingsdienst van Noord Brabant in de polders en oeverlanden langs de Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet.

polder of oeverland	meetpunt	gemeten peil m t.o.v. NAP	toekomstig streef- peil m t.o.v. NAP
Noordheense- polder	aw1	-1.20	-1.00
	aw2	-0.65	
Nassaupolder	bw0	-0.60	-1.10
	bw2	-0.60	
Nieuwe Vliet- polder	cw1	-0.30	-0.80
	cw2	-0.20	-0.30
Oost Graaf Hendrik polder	dw1	0.00	-0.30
	dw2	-0.50	-1.30
Triangel polder	ew1	-0.30	-0.50
	ew2	-1.30	-1.30
Westveer polder	geen	-	-0.85

Tabel 7. Gewasfactoren

Gewas	april			mei			juni			juli			aug.			sept.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Gras	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Granen	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	-	-	-	-	-
Bieten	-	-	-	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Aardappelen	-	-	-	-	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.6	-	-
Boomgaard	0.8	0.8	0.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0

Tabel 8. Bewortelingsdiepte (effectief) bij goede ontwatering

Gewas	Diepte in cm
Gras	20 - 40
Granen	30 - 50
Bieten	30 - 50
Aardappelen	20 - 40
Boomgaard	70

Tabel 9. Sinkterm.

Gewas	pF
Gras	2.7
Granen	2.8
Bieten	2.7
Aardappelen	2.6
Boomgaard	2.3

Tabel 10. Dekadegegevens van open-waterverdamping (Eo) (boven) en neerslag (onder) in mm van station Oudenbosch.

		april			mei			juni			juli			aug			sept		
dekades		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<u>verdamping</u>	1951	20	28	33	31	36	38	52	47	33	39	38	41	32	26	30	28	20	17
	1952	24	35	30	42	42	38	46	38	45	45	39	39	35	28	33	21	18	15
	1953	22	28	34	35	42	44	33	34	45	42	37	43	40	39	29	28	26	19
	1954	22	28	32	36	48	37	41	38	35	34	28	33	33	26	29	22	22	17
	1955	19	29	32	37	33	40	49	39	42	38	40	43	31	33	38	23	20	17
	1956	20	21	26	38	36	43	34	30	33	34	27	41	30	27	31	17	19	20
	1957	24	24	35	33	35	46	39	60	48	49	35	34	36	26	32	22	16	15
	1958	21	28	31	36	31	40	46	44	34	34	44	40	30	28	31	34	21	19
	1959	21	32	28	42	47	50	49	56	49	56	57	51	32	40	39	42	27	24
	1960	25	29	30	43	30	35	54	39	45	33	38	36	33	26	27	19	20	16
	1961	19	24	22	37	35	39	36	38	53	41	36	38	37	27	35	21	24	16
	1962	20	23	31	28	30	34	51	43	39	32	28	40	31	33	33	25	19	15
	1963	20	25	28	30	32	37	57	33	37	34	32	51	33	27	27	19	22	16
	1964	19	28	27	31	42	50	41	44	41	42	44	40	32	30	38	27	25	20
	1965	18	21	21	29	39	37	33	35	46	32	34	33	36	35	26	20	19	17
	1966	15	14	28	34	40	40	42	39	33	34	29	36	32	41	30	25	22	14
	1967	18	27	35	38	39	39	35	42	36	43	48	42	35	25	32	22	16	18
	1968	22	35	31	26	28	42	35	43	35	49	39	43	26	26	34	23	17	17
	1969	34	25	30	29	34	41	46	49	38	34	39	42	50	32	25	24	24	18
	1970	14	19	24	37	36	38	60	54	41	40	32	39	36	32	36	27	22	19
	1971	18	25	29	43	39	37	39	30	40	51	43	36	36	31	33	29	21	15
	1972	24	23	29	32	30	45	33	40	37	34	50	30	32	30	32	24	17	15
	1973	23	20	26	28	39	38	40	48	54	50	32	35	38	40	33	24	23	16
	1974	34	30	25	25	41	39	43	45	39	35	34	39	32	33	34	23	19	16
	1975	16	17	29	34	33	43	47	45	38	45	39	43	54	31	35	21	21	22
	1976	23	30	34	29	30	31	48	46	65	66	42	39	40	45	46	24	18	17
	1977	21	25	29	26	36	59	34	33	33	48	38	33	31	22	26	21	20	16
	1978	21	21	27	26	32	40	43	42	33	29	32	42	28	34	31	22	23	15
	1979	19	26	21	30	37	37	36	35	39	39	31	40	32	25	30	25	22	17
	1980	18	31	20	35	54	36	38	42	33	27	28	47	35	28	31	26	25	16
<u>neerslag</u>	1951	44	18	19	22	4	33	1	7	50	10	23	10	59	30	24	21	38	10
	1952	12	0	4	20	3	7	31	23	10	83	10	28	36	40	17	19	13	41
	1953	40	6	12	3	5	17	27	27	38	17	39	17	27	16	81	3	11	19
	1954	15	5	0	10	0	27	36	33	16	24	61	57	13	30	34	26	14	48
	1955	12	5	1	28	54	8	19	13	9	7	26	2	13	12	12	11	62	13
	1956	7	32	3	3	10	21	19	38	15	34	48	25	55	14	43	21	15	8
	1957	1	6	5	17	17	13	8	12	7	7	37	44	16	76	36	21	99	57
	1958	9	8	32	17	20	19	7	5	49	16	27	53	15	35	37	17	11	50
	1959	12	23	24	3	5	2	8	1	17	17	1	32	37	23	1	0	0	6
	1960	4	5	6	1	25	23	17	16	5	36	31	35	15	55	71	41	20	23
	1961	50	12	19	14	6	7	22	42	9	20	46	12	12	47	21	36	8	21
	1962	46	5	3	21	23	29	1	12	5	5	65	37	22	25	21	27	46	4
	1963	5	16	15	20	25	18	5	50	23	33	11	9	33	50	58	33	2	20
	1964	8	13	29	16	5	12	56	32	24	17	28	10	24	30	1	41	20	8
	1965	2	43	18	63	1	17	16	58	6	34	53	53	21	3	63	48	7	2
	1966	18	49	21	23	1	18	0	76	48	14	42	50	34	6	27	11	28	0
	1967	25	9	7	9	27	48	2	2	46	8	36	16	14	87	0	24	34	9
	1968	10	1	18	46	17	6	19	19	45	50	46	10	48	71	7	9	27	60
	1969	19	25	28	21	36	11	39	3	13	35	10	3	5	39	111	0	5	6
	1970	27	13	34	10	15	4	0	4	36	39	51	32	12	18	4	11	76	1
	1971	3	2	23	3	37	43	3	74	36	0	0	36	24	10	27	1	0	27
	1972	40	18	7	12	41	29	34	15	30	40	8	54	33	35	1	24	38	1
	1973	34	18	28	49	17	24	30	0	9	3	43	36	18	0	26	4	11	45
	1974	0	3	11	1	8	27	20	7	19	40	29	18	27	45	3	68	8	58
	1975	32	18	11	11	7	0	29	22	36	38	16	18	23	27	16	10	37	27
	1976	3	3	1	7	9	17	4	13	8	0	9	27	7	0	8	36	37	10
	1977	21	16	11	20	34	8	19	17	21	1	12	29	1	50	77	7	1	1
	1978	0	17	15	27	22	1	17	13	53	52	5	15	14	7	21	8	7	45
	1979	9	5	38	35	14	74	21	41	12	8	13	13	27	11	27	9	4	5
	1980	27	3	11	6	0	14	14	21	53	63	53	31	6	8	32	8	12	6

Tabel 11. Indeling van de voorkomende bodemprofielen in 10 bodemfysische eenheden (Z1 tot en met Z10).

nr	bodemkaarteenheid	bijzonderheden omgeving	bodemfysische eenheid
12	Zd 21		Z1
13	Zn 21		
23	Hn 21		
5	Mn 22 A	kaartblad 43 west	Z2
2	Mn 12 A (2)		
11	KZn 40 A		
10	Sn 13 A	kaartblad 49 oost (Gt III) kaartblad 49 oost (Gt V) kaartblad 43 west	Z3
14	pZn 21 (1)		
15	pZn 21 (2)		
3	Mn 15 A (1)		
24	MDo 02		
7	Mn 25 A (2)	kaartblad 43 oost (polder Oude Heiningen)	Z4
1	Mn 12 A (1)	kaartblad 43 oost	Z5
22	kHn 21		
16	zEZ 21		
21	cHn 21		Z6
8	Mn 25 A (3)	kaartblad 43 west Overflakkee	Z7
4	Mn 15 A (2)	kaartblad 43 oost	Z8
17	EZ g 23		
18	Mo 20 A	kaartblad 43 west (Brabant) kaartblad 43 oost (Oost-Graaf Hendrik polder)	Z9
19	Mo 80 A		
6	Mn 25 A (1)		
9	Mn 25 A (4)		
20	p MD 50		Z10
	Mn 35 A Mn 45 A Mn 52 C Mn 56 A Mn 82 A	niet droogte gevoelige gronden	geen indeling

Tabel 12. Berekende vochttekorten in mm en % aan het einde van het groeiseizoen bij een aantal voorkomende combinaties in de uitgangssituatie en na ingevoerde verlagingen.

Vochttekort in mm: $\Sigma(E_p - E_a)$

Vochttekort in %: $\frac{\Sigma(E_p - E_a)}{\Sigma E_p}$

meetpunt	profiel	GHG GLG (cm-m.v.)		verlaging (cm)	grasland		bouwland						boomgaard	
					mm	%	granen mm %	bieten mm %	aardappelen mm %				mm	%
MF3	Z1	91	143	0	84	17.8								
				10	87	18.6								
				20	91	19.4								
MF4	Z1	24	102	0			37	9.6	45	11.5	47	13.0		
				10			48	12.6	48	12.2	50	14.1		
				20			56	14.5	49	12.7	53	14.8		
CF1,2,3	Z2	80	152	0			64	16.6	53	13.7	68	19.0		
				10			66	17.3	54	14.0	70	19.6		
				20			68	17.7	55	14.2	71	20.0		
CF4,5	Z2	60	171	0			61	15.9	52	13.4	65	18.2		
				10			64	16.6	53	13.7	68	19.1		
				20			66	17.2	54	14.0	70	19.7		
FF4,5	Z2	59	149	0			58	15.2	51	13.1	62	17.5		
				10			62	16.0	52	13.4	66	18.5		
				20			65	16.8	54	13.8	69	19.3		
FF6	Z2	63	124	0			56	14.7	50	12.8	60	16.9		
				10			61	15.8	52	13.3	64	18.0		
				20			64	16.6	53	13.7	68	19.0		
FF7,8	Z2	75	140	0			61	16.0	52	13.4	66	18.3		
				10			65	16.9	54	13.8	69	19.2		
				20			67	17.4	55	14.0	71	19.7		
GF4	Z2	61	107	0			51	13.2	48	12.3	57	15.7		
				10			58	15.1	50	12.9	61	17.1		
				20			62	16.1	52	13.4	66	18.3		
GF5,6,7	Z2	32	115	0			37	9.5	49	12.6	52	14.6		
				10			50	13.0	53	13.6	58	16.2		
				20			60	15.6	56	14.5	63	17.6		
HF2,3,4	Z2	60	138	0			57	15.0	51	13.0	62	17.2		
				10			61	15.9	52	13.4	65	18.2		
				20			64	16.7	53	13.7	68	19.1		
HF5	Z2	26	128	0			38	9.9	50	13.0	54	15.1	181	28.5
				10			51	13.2	54	13.9	59	16.6	201	31.7
				20			60	15.6	57	14.6	64	17.9	216	34.1
JF2,3,4	Z2	64	161	0	88	18.7	61	15.9	52	13.4	65	18.2	144	22.7
				10	94	19.9	64	16.6	53	13.7	68	19.1	163	25.7
				20	98	20.8	66	17.3	54	14.0	70	19.7	174	27.4

Vervolg tabel 12.

meetpunt	profiel	GHG (cm-m.v.)	GLG (cm-m.v.)	verlaging (cm)	grasland		bouwland						boomgaard	
					mm	%	granen mm %	bieten mm %	aardappelen mm %				mm	%
NF1,2	Z2	110	176	0			69 18.0	56 14.4	72 20.2					
				10			71 18.4	57 14.5	73 20.4					
				20			72 18.8	57 14.7	74 20.6					
NF3,4	Z2	86	160	0			66 17.1	54 13.9	69 19.4					
				10			67 17.6	55 14.1	71 19.9					
				20			69 18.0	56 14.3	72 20.1					
NF5,6	Z2	59	134	0			56 14.7	50 12.9	61 17.0					
				10			61 15.8	52 13.3	64 18.0					
				20			64 16.6	53 13.7	68 19.0					
NF7	Z2	62	123	0			56 14.5	50 12.8	60 16.8					
				10			60 15.7	51 13.2	64 17.9					
				20			64 16.6	53 13.6	67 18.9					
NF8	Z2	129	176	0			71 18.6	57 14.6	73 20.5	195	30.8			
				10			73 18.9	57 14.7	74 20.7	201	31.6			
				20			74 19.1	57 14.8	74 20.8	206	32.5			
PF3,4	Z2	77	160	0	94	19.9	64 16.6	53 13.7	68 19.0					
				10	98	20.8	66 17.2	54 14.0	70 19.6					
				20	101	21.4	68 17.7	55 14.2	71 20.0					
PF5	Z2	65	140	0			59 15.4	51 13.1	63 17.5					
				10			62 16.2	53 13.5	67 18.7					
				20			65 17.0	54 13.9	69 19.4					
CF1,2,3	Z3	80	152	0			23 6.1	30 7.8	40 11.1					
				10			32 8.3	35 8.9	46 12.8					
				20			40 10.3	38 9.9	51 14.2					
CF4,5	Z3	60	171	0			21 5.4	32 8.2	41 11.4					
				10			28 7.4	36 9.1	46 12.8					
				20			36 9.4	39 9.9	50 14.0					
DF1,2,3	Z3	72	137	0			15 3.8	23 6.0	32 8.9					
				10			22 5.9	29 7.5	39 10.8					
				20			31 8.1	34 8.7	45 12.5					
EF2,3,4	Z3	67	145	0			15 4.0	25 6.5	34 9.4					
				10			23 6.0	31 7.9	40 11.2					
				20			31 8.2	35 9.0	46 12.9					
JF2,3,4	Z3	64	161	0	42	9.0	19 5.0	30 7.7	38 10.7	26	4.2			
				10	55	11.6	27 7.0	34 8.8	44 12.4	46	7.3			
				20	65	13.9	35 9.2	38 9.7	49 13.7	70	11.1			
KF5	Z3	43	200	0	48	10.3	23 5.9	35 9.0	44 12.3					
				10	58	12.4	29 7.7	38 9.7	48 13.5					
				20	68	14.1	37 9.5	40 10.3	52 14.5					

Vervolg tabel 12.

					grasland		bouwland						boomgaard	
meetpunt	profiel	GHG (cm-m.v.)	GLG (cm-m.v.)	verlaging (cm)	mm	%	granen mm %	bieten mm %	aardappelen mm %				mm	%
KF6	Z3	49	130	0	19	4.0	6	1.5	14	3.7	20	5.7		
				10	28	5.9	11	2.9	21	5.5	29	8.1		
				20	39	8.4	18	4.6	28	7.1	36	10.1		
NF8	Z3	129	176	0			51	13.2	43	11.1	58	16.2	123	19.4
				10			55	14.4	46	11.8	60	16.8	141	22.2
				20			59	15.4	48	12.4	63	17.7	156	24.5
QF6	Z3	57	114	0			4	1.0	9	2.4	15	4.2		
				10			9	2.4	16	4.2	24	6.7		
				20			16	4.1	23	6.0	32	9.0		
DF1,2,3	Z5	72	137	0	10	2.0								
				10	16	3.3								
				20	24	5.0								
MF4	Z6	24	102	0	0	0.0								
				10	0	0.0								
				20	0	0.0								
CF4,5	Z8	60	171	0	0	0.0								
				10	0	0.0								
				20	0	0.0								
DF4	Z8	51	135	0			0	0.0	0	0.0	0	0.0		
				10			0	0.0	0	0.0	0	0.0		
				20			0	0.0	0	0.0	0	0.0		
KF6	Z8	49	130	0	0	0.0								
				10	0	0.0								
				20	0	0.0								
JF1,2,3	Z9	64	161	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0		
				10	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0		
				20	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0		
PF6	Z9	80	175	0			0	0.0	0	0.0	0	0.0		
				10			0	0.0	0	0.0	0	0.0		
				20			0	0.0	0	0.0	0	0.0		

Tabel 13. Overzicht berekende verlagingen met totale inkomensschade per jaar rond het Zoommeer.

Gebied	Meetpunten	CHG cm - m.v.	CLG	Bodemkaart eenheid	GT	Bodem- fys. eenh.	Grondwaterstands- verlaging (cm)		Cultuur- gebruik	opbrengst- reductie(%)			opbrengstver- andering (%)			Waknr.	Opp. ha	l% schade f/ha	Totale schade f/jr
							van	tot		wa	dr	situatie	wa	dr	wa+dr				
Flakkee Polder het Oudeland	Af 7	129	145	Mn 15A	V/VI	Z3	12	5	9	-4	-11.7	-4	+2	-1	+1				
Adriana Theodora- polder	RI, F 1,2	51	153	Mn 15A	V/VI	Z3	6	5	5	-8	-6.0	-8	+2	-1	+1				
	RI, F 3,4	42	157	Mn 15A	V/VI	Z3	5	4	4	-8	-5.0	-8	+2	-1	+1				
Anna Wil- helmina- polder	BF 1,2	52	121	Mn 15A	V	Z3	21	20	20	-8	-2.6	-8	+7	-4	+3				
	BF 3,4,5	75	150	Mn 15A	V	Z3	20	15	17	-4	-7.0	-4	+4	-3	+3				
	BF 1,2	52	121	Mn 15A	V	Z3	21	20	20	-3	-3.2	-3	+1	-4	-3	1	5	51,--	765,--
	BF 3,4,5	75	150	Mn 15A	V	Z3	20	15	17	-2	-8.6	-2	0	-6	-6	2	8	51,--	2.448,--
	BF 6	76	150	Mn 15A	V	Z3	15	10	12	-4	-7.0	-4	+3	-2	+1				
Kramer- polder	BF 8	10	150	Mn 15A	VI	Z3	8	5	6	-12	-3.6	-12	+2	-1	+1				
West-Brabant Sabina Henrica- polder	DF 1,2,3	72	137	Sn 13A	VI	Z3	15	11	13	0	-5.8	0	0	-3	-3	3	20	61,--	3.660,--
		72	137	Mn 12A	VI	Z5	15	11	13	0	-2.0	0	0	-2	-4	4	2	61,--	488,--
		72	137	Sn 13A/ Mn 12A	VI	Z3	15	11	13	0	-7.1	0	0	-4	-4	5	14	51,--	2.856,--
Drie broeders- polder	EF 1,2,3,4	67	140	Mn 15A	VI	Z3	14	10	12	-2	-6.2	-2	+2	-2	0				
	EF 6	51	142	Mn 15A	VI	Z3	7	5	6	-4	-5.0	-4	+1	-1	0				
St. Philipsland Prins Hendrik- polder	GF 1,2,3	50	130	KZn40A	IV	Z2	7	4	5	-8	-13.9	-8	+2	-1	+1				
Auvergne- polder	KF 1,2,3,4	60	152	Mn 15A	VI	Z3	11	8	9	0	-6.1	0	0	-2	-2	6	2	61,--	244,--
	KF 1,2,3,4	60	152	Mn 15A	VI	Z3	11	8	9	-2	-7.2	-2	0	-2	-2	7	2	51,--	204,--
	KF 5	43	200	Mn 15A	VI	Z3	7	7	7	-4	-10.3	-4	+1	-1	0				
	KF 6	49	130	Mn 15A	VI	Z3	6	6	6	-8	-3.3	-8	+2	-1	+1				
	KF 7	47	177	Mn 15A	VI	Z3	5	5	5	-8	-7.0	-8	+2	-1	+1				
	KF 6	49	130	Mn 15A	VI	Z3	6	6	6	-3	-4.0	-3	+1	-1	0				
Totaal																	f 10.665,--		
																	=====		

wa = opbrengstverandering als gevolg van wateroverlast
dr = opbrengstverandering als gevolg van vochttekort
- = opbrengstvermindering
+ = opbrengstverhoging

Tabel 14A. Overzicht berekende verlagingen met totale inkomensschade per jaar rond het Markiezaatsmeer.

Markiezaatspeil NAP 0.00 m										opbrengst- reductie(%)		opbrengstver- andering (%)		Uitgangs- situatie wa dr		Als gevolg van verlagingen wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr		wa dr			
----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------	--	-------------------------------	--	--------------------------------	--	--	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--	--

Totaal f 19.522,--
=====

Tabel 14B. Markiezaatspeil NAP + 0.50 m

Augusta- polder	LF 1	64	82	M0o.02		Z3	9	7	8	grasland	-2	0	0	-1	-1	8	12	51,--	612,--
De Duintjes	MF 1	7	87	M0o.02		Z3	45	18	31	natuur	0	-8.8	0	-4	-4	9	18	51,--	3.672,--
	MF 2	70	159	Zn21/Zd21		Z1	18	15	16	grasland	0	-17.8	0	-1	-1	10	18	51,--	918,--
	MF 3	91	143	Zn21/Zd21		Z1	15	13	14	"	0	-10.4	+1	-3	-2	11	13	51,--	1.326,--
	MF 4	24	102	kZn21		Z1	13	10	11	"	-4								
Hogerwaard polder e.o		40	140	kZn40A	V	Z2	17	9	13	grasland	-2	-14.6	0	-3	-3	12	2	51,--	306,--
		40	140	Mn12A	V	Z2	17	9	13	"	-4	-14.6	+1	-3	-2	13	6	51,--	612,--
		40	140	Mn12A	V	Z2	9	5	7	"	-4	-14.6	0	-2	-2	14	6	51,--	612,--
		40	140	kZn40A	V	Z2	9	5	7	"	-2	-14.6	0	-2	-2	15	8	51,--	816,--

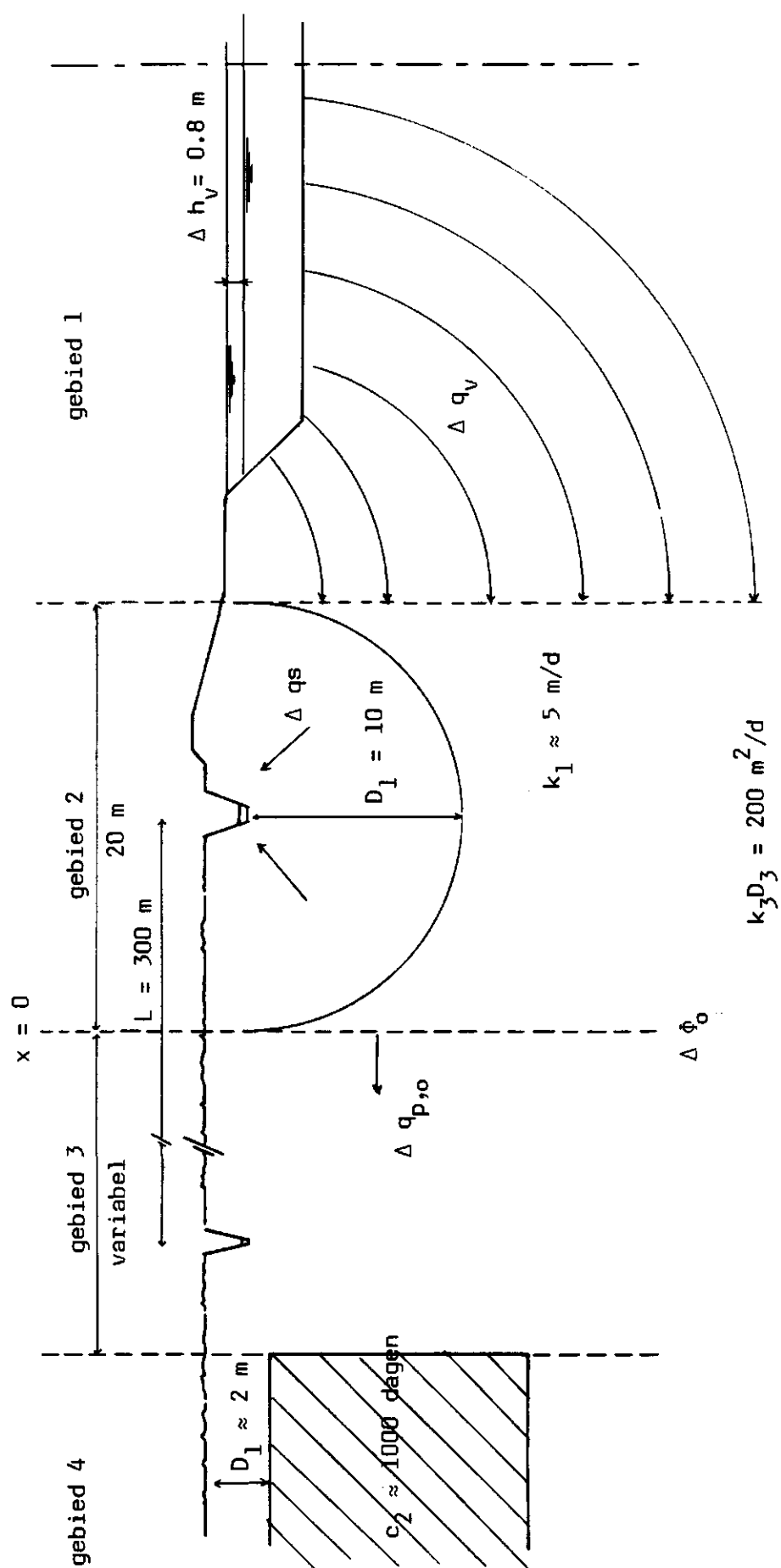
wa = opbrengstverandering als gevolg van wateroverlast
dr = opbrengstverandering als gevolg van vochttekort
- = opbrengstvermindering
+ = opbrengstverhoging

Totaal f 8.874,--
=====

Tabel 15. Berekende verhogingen en totale inkomensschade per jaar langs de Roosendaalse- en Steenbergse Vliet.

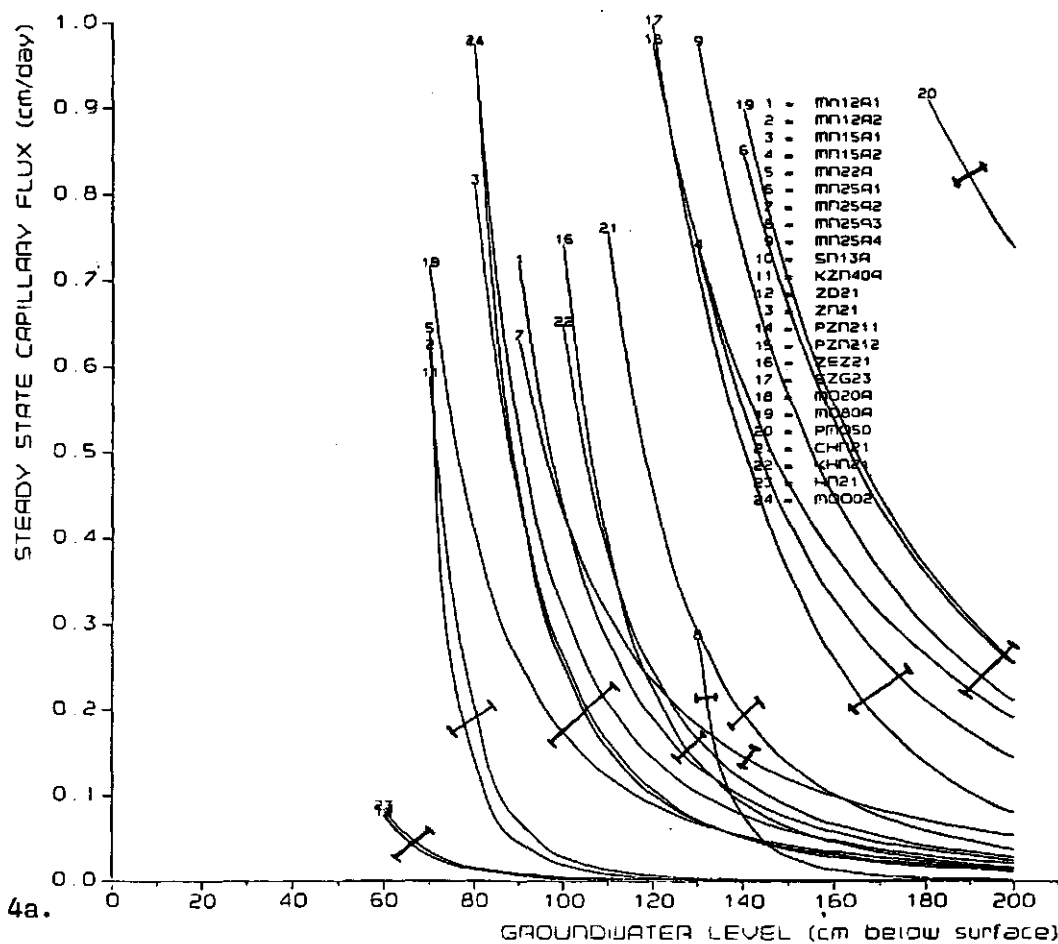
Afstand tot de Vliet (m)	Meetpunt	GHG cm - m.v.	Bodemkaart-eenheid	GT	Bodemfys. eenh.	Gemiddelde grondwaterst. verhoging(cm) winter zomer	Cultuur-gebruik	opbrengst-redukctie(%)		opbrengstveranderingen (%)				Vaknr.	Opp. (ha)	1 % schade f/ha	Totale schade	
								Uitgangssituatie		a.g.v. verhoging								
								wa	dr	wa	dr	wa	dr				wa+dr	
25 - 50		30	Mn 15A	III	Z3	22	34	-20	0	-15	0	-15	0	-15	V 1	2	61,--	1.830,--
25 - 50		30	Mn 15A	III	Z3	22	34	-14	0	-12	0	-12	0	-12	V 2	6	51,--	3.672,--
25 - 50		60	Mn 15A	VI	Z3	22	34	-4	-5	-4	+5	-4	+5	+1				
50 - 85		60	Mn 15A	VI	Z3	7	25	-4	-5	-3	+3	-3	+3	0				
85 - 155		60	Mn 15A	VI	Z3	2	15	-4	-5	-2	+2	-2	+2	0				
50 - 85		30	Mn 15A	III	Z3	7	25	-14	0	-2	0	-2	0	-2	V 3	1	51,--	102,--
25 - 50		30	Zn 40A	III	Z2	22	34	-12	0	-14	0	-14	0	-14	V 4	2	61,--	1.708,--
50 - 85		30	Zn 40A	III	Z2	7	25	-12	0	-11	0	-11	0	-11	V 5	2	61,--	1.342,--
25 - 50		60	Mn 15A	VI	Z3	22	34	-2	-6	-2	+3	-2	+3	+1				
50 - 85		60	Mn 15A	VI	Z3	7	25	-2	-6	-1	+2	-1	+2	+1				
25 - 50	ef 1,2	17	Mn 12A	III	Z5	22	34	-6	0	-15	0	-15	0	-15	V 6	2	61,--	1.830,--
25 - 05	ef 1,2	17	MN 12A	III	Z5	22	34	-14	0	-12	0	-12	0	-12	V 7	1	51,--	612,--
Totaal																f	11.096,--	

wa = opbrengstverandering als gevolg van wateroverlast
dr = opbrengstverandering als gevolg van vochttekort
+ = opbrengstvermindering
+ = opbrengstverhoging

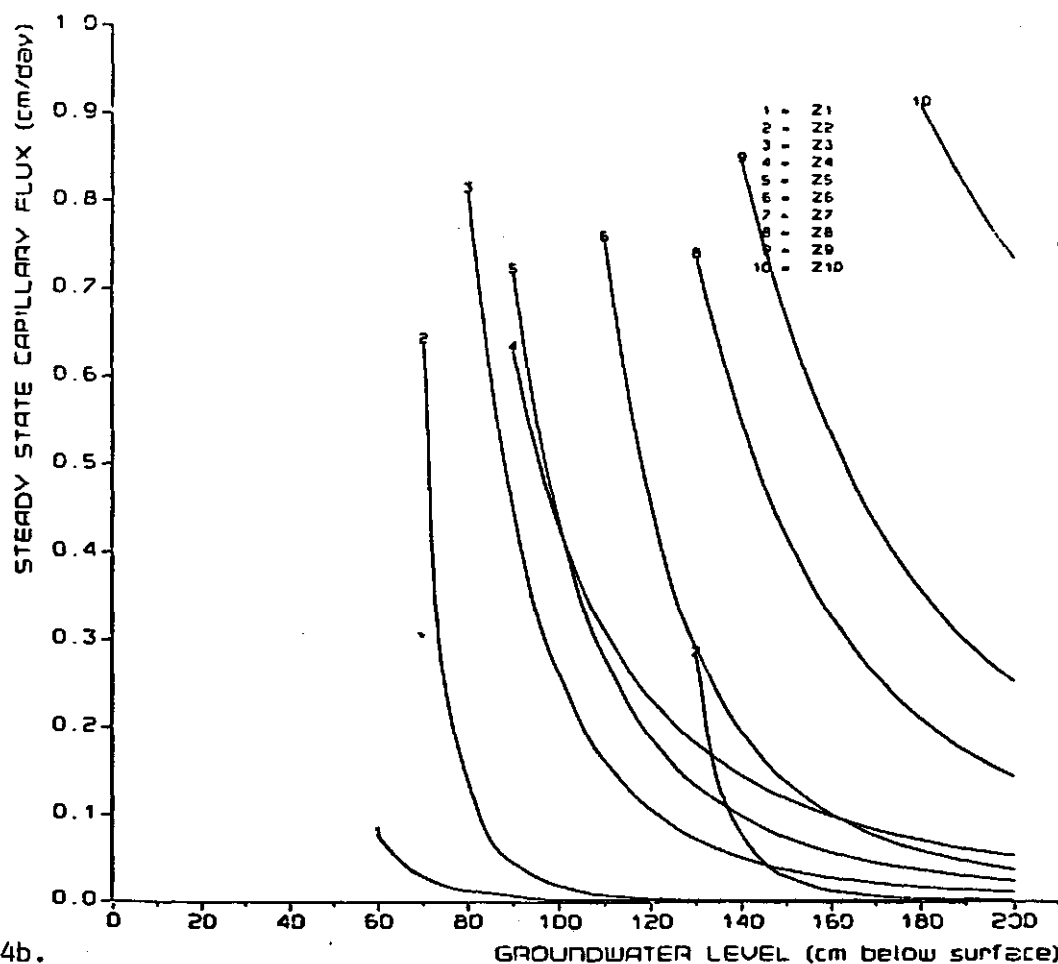


Figuur 3. Schematisch geohydrologisch dwarsprofiel van een linker oever van de Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet.

PRESSURE HEAD (cm) : -1000



Figuur 4a.



Figuur 4b.

Samenvoeging van 24 bodemkaarten (figuur 4a) in 10 bodemfysische eenheden (figuur 4b) op basis van het capillair geleidingsvermogen bij verschillende grondwaterstanden.

Figuur 5. Profielopbouw van de 10 bodemfysische eenheden Z 1 tot en met Z 10.

